

**LABORATORIO REMOTO DE MOTORES ELÉCTRICOS BASADO EN UNA PLATAFORMA WEB
Y EL SOFTWARE DE PROCESOS LABVIEW PARA EL ACOMPAÑAMIENTO DE ASIGNATURAS
VIRTUALES EN TECNOPARQUE – SENA**

JOHN ANDERSON GALVIS NIÑO

CÓDIGO: 1111410

JOHN SEBASTIÁN BUSTAMANTE VARGAS

CÓDIGO: 1111255

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

BOGOTÁ, D.C.

2016

**LABORATORIO REMOTO DE MOTORES ELÉCTRICOS BASADO EN UNA PLATAFORMA WEB
Y EL SOFTWARE DE PROCESOS LABVIEW PARA EL ACOMPAÑAMIENTO DE ASIGNATURAS
VIRTUALES EN TECNOPARQUE – SENA**

JOHN ANDERSON GALVIS NIÑO

CÓDIGO: 1111410

JOHN SEBASTIÁN BUSTAMANTE VARGAS

CÓDIGO: 1111255

**PROYECTO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO MECATRÓNICO DE LA
UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA**

DIRECTOR:

LUIS CARLOS MENESES SILVA

M.Sc. en Ingeniería del Mantenimiento

Ingeniero en Automatización Industrial

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

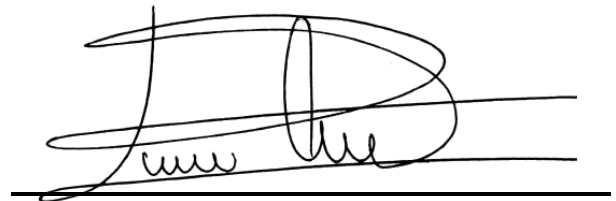
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

BOGOTÁ, D.C.

2016

NOTA DE ACEPTACIÓN

Una vez realizada la revisión metodológica y técnica del documento final de proyecto de grado, doy constancia de que el (los) estudiante (s) ha cumplido a cabalidad con los objetivos propuestos y se encuentra preparado para la defensa del mismo ante un jurado evaluador que considere idóneo el Comité de Investigaciones del Programa de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Piloto de Colombia.



M.Sc. Luis Carlos Meneses Silva

Director del Proyecto

Bogotá 23 de enero de 2017.

DEDICATORIA

Este proyecto de grado va dedicado principalmente a Dios quien es el que me da la oportunidad de vivir día a día, a mi madre Elisabet Vargas Rojas quien con su esfuerzo, amor y dedicación logro brindarme las herramientas necesarias para hacer de mi sueño el ser profesional una realidad, me aconsejo, me apoyo, me ayudo y cuando fue necesario me corrigió no tendré como retribuirle todo lo que a diario hace por mí, a mi abuela María Imelda Rojas quien está presente y es cómplice de todos mis logros y metas alcanzada la cual sus lágrimas de alegría son la motivación perfecta para continuar formándome como un ser humano ejemplar, a mi tío Héctor Horacio Vargas quien con su ingenio logro ayudarme a construir e implementar todos los proyectos realizados en mi proceso de formación, a mis hermanos quienes siempre estuvieron conmigo en los momentos difíciles y por ultimo a mi compañero y colega con el cual implemente este proyecto de grado del cual aprendí demasiado en este laborioso proceso.

John Sebastián Bustamante Vargas.

Todo el empeño, la dedicación y el esfuerzo entregado a este proyecto quiero dedicárselo a mis padres quienes con su ayuda hicieron que todo esto fuera posible, a mis hermanos por siempre estar a mi lado y acompañarme en todos los momentos difíciles de mi carrera profesional y a todas las personas que en algún momento de mi trayectoria me ofrecieron su apoyo y ayuda.

John Anderson Galvis Niño.

AGRADECIMIENTOS

Terminar el ciclo de formación universitaria es un logro que se atribuye no solo a los autores del debido documento en este proceso la influencia de personas que guiaron nuestro camino al éxito compartiendo su conocimiento y experiencia adquiridas en el trayecto de su vida fue un aporte significativo para lograr la meta propuesta, les ofrecemos el más sincero agradecimiento.

Al Ingeniero Luis Carlos Meneses Silva tutor del proyecto, quien con su asesoría y conocimiento guio el desarrollo y construcción del mismo, gracias por su dedicación, entrega y sacrificio puesto en cada una de las fases de implementación, gracias a su acompañamiento fue posible alcanzar las metas propuestas además de dar a conocer el proyecto en eventos tales como congresos y exposiciones.

Agradecemos a la Universidad Piloto de Colombia centro educativo escogido por nosotros para realizar nuestro proceso de formación por poner a disposición todas sus instalaciones y laboratorios en los cuales fue posible forjarnos como ingenieros, a sus docentes, personal administrativo, funcionarios y a todas las personas que fueron partícipes de nuestra etapa educativa.

A la red de Tecnoparque – Sena por poner a disposición la línea de investigación de Electrónica y Telecomunicaciones la cual nos facilitó todos los insumos y maquinas necesarias para realizar la construcción de nuestro proyecto, a sus gestores y en especial a nuestro gestor el Ingeniero Henry Arias quien fue testigo de todo el trabajo realizado, también aportó su conocimiento y lo puso a nuestra disposición en todos los momentos que fue necesario.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
NOTA DE ACEPTACIÓN	3
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTOS.....	5
TABLA DE CONTENIDO	6
LISTA DE TABLAS.....	8
LISTA DE FIGURAS.....	9
LISTA DE ANEXO	11
1. GENERALIDADES.....	12
1.1 INTRODUCCIÓN	12
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.2.1 Descripción del Problema.....	13
1.2.2 Formulación del Problema.....	13
1.3 JUSTIFICACIÓN	13
1.4 OBJETIVOS	14
1.4.1 Objetivo general	14
1.4.2 Objetivos específicos.....	14
1.4.3 Delimitación del proyecto.....	14
1.5 ESTADO DEL ARTE	15
1.6 MARCO NORMATIVO	21
1.7 DISEÑO METODOLÓGICO.....	22
2. NECESIDADES Y ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	25
2.1 NECESIDADES DE TECNOPARQUE	25
2.2 EQUIPAMIENTO DE DESARROLLO	26
2.3 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	32
2.3.1 Condiciones de evaluación de criterios	33
2.3.2 Alternativas para la conexión remota	34
2.3.3 Alternativas para la transmisión de imágenes en tiempo real.....	34
2.3.4 Alternativas para el sistema de navegación	34
2.3.5 Evaluación de Alternativas	34
2.3.6 Alternativa Seleccionada.....	37
3. PLATAFORMA VIRTUAL DE PRÁCTICAS	39
3.1 PRACTICAS MÁS COMUNES	39
3.2 PRACTICAS MOTOR DC.....	43
4. DISEÑO DEL BANCO DE MOTORES	52
4.1 DISEÑO MODULAR DEL BANCO.....	52
4.2 FASE DE HARDWARE.....	54
5. SISTEMA ELÉCTRICO DE POTENCIA.....	57
5.1 PROCESO DE CONSTRUCCIÓN.....	57
5.2 ETAPA DE CONTROL MOTORES ELÉCTRICOS	60
6. SISTEMA DE INSTRUMENTACIÓN.....	66
6.1 SENSORES DE CORRIENTE	66
6.2 SENSOR DE VOLTAJE	68
6.3 SENSOR DE VELOCIDAD	69
7. SISTEMA DE CONTROL ELÉCTRÓNICO	73

7.1	TARJETA PSOC MICROCONTROLADOR CYPRESS	73
7.2	INTEGRACIÓN ENTRE SISTEMAS.....	75
8.	PLATAFORMA INTERACTIVA DE ACCESO REMOTO.....	76
8.1	SERVIDOR WEB.....	76
8.2	COMUNICACIÓN CON EL SISTEMA ELECTRÓNICO	78
9.	. INTERFAZ DE INTERACCIÓN CON EL USUARIO	80
9.1	NAVEGACIÓN.....	81
9.2	SISTEMA DE VISUALIZACIÓN Y REALIZACIÓN DE PRÁCTICAS	82
10.	RESULTADOS Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	85
10.1	CONEXIÓN Y PREPARACIÓN DE LA PLATAFORMA	85
10.2	RESULTADO DE LAS PRACTICAS DESARROLLADAS.....	87
10.3	RENDIMIENTO DE LA RED VPN.....	90
11.	CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS	92
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	93
	ANEXO A. PRACTICAS DE MOTORES ELECTRICOS.....	98
	ANEXO B. ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD	160
	ANEXO C. DIAGRAMA DE FLUJO DE REALIZACIÓN DE PRACTICAS	166
	ANEXO D. CONTRUCCIÓN DEL SERVIDOR POR MEDIO DE LA HERRAMIENTA WEB PUBLISHING TOOL	167

LISTA DE TABLAS

	Pág.
<i>Tabla 1. Características del motor DC RS - 545 SH</i>	<i>27</i>
<i>Tabla 2. Características del motor LA23ECK-73.....</i>	<i>27</i>
<i>Tabla 3. Características del motor Hobbico.....</i>	<i>28</i>
<i>Tabla 4. Características del motor FASCO D550.....</i>	<i>28</i>
<i>Tabla 5. Características del microcontrolador Cypress.....</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 6. Evaluación de Criterios</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 7. Evaluación de Alternativas</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 8. Escala de Ponderación</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 9. Alternativa 1</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 10. Alternativa 2</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 11. Alternativa 3</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 12. Alternativas seleccionadas</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 13. Motores eléctricos del banco.</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 14. secuencia del motor paso a paso.....</i>	<i>60</i>
<i>Tabla 15. Características del integrado L298</i>	<i>60</i>
<i>Tabla 16. Especificaciones del BT135</i>	<i>62</i>
<i>Tabla 17. Transistor 2N3904</i>	<i>64</i>
<i>Tabla 18 Características del sensor efecto halla.....</i>	<i>68</i>
<i>Tabla 19 Sensor ADE7763</i>	<i>69</i>
<i>Tabla 20. características del sensor EE-SB5 (-B).....</i>	<i>69</i>
<i>Tabla 21. Prácticas de motores.</i>	<i>83</i>
<i>Tabla 22. Resultados de velocidad</i>	<i>89</i>

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
<i>Figura 1. Educación siglo XIX.....</i>	<i>15</i>
<i>Figura 2. Laboratorio remoto.....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 3. Aula virtual aplicable a laboratorio remoto</i>	<i>18</i>
<i>Figura 4. Tesis doctoral Carlos Jara (Bravo, 2010).....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 5.Banco de motores</i>	<i>20</i>
<i>Figura 6.Motor asíncrono.....</i>	<i>21</i>
<i>Figura 7 Esquema grafico del entrenador remoto.....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 8 Flujograma del proyecto.....</i>	<i>23</i>
<i>Figura 9. Necesidad del proyecto</i>	<i>25</i>
<i>Figura 10. Diagrama de conexiones para servomotor.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 11. Esquema de panel frontal.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 12. Paleta de controles.....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 13. Ejemplo de un diagrama de bloque con el panel frontal correspondiente.....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 14. Propuesta del laboratorio.....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 15.Presentación del formato de prácticas de los motores.....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 16. Esquema arranque del motor.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 17. Diseño modular</i>	<i>53</i>
<i>Figura 18. Banco de Motores.....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 19. Dimensiones del Banco de Motores.....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 20. Banco de Motores Real.....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 21.Cámara Web</i>	<i>56</i>
<i>Figura 22. Esquema drivers de potencia.....</i>	<i>57</i>
<i>Figura 23. Diseño circuital del driver del motor DC.....</i>	<i>58</i>
<i>Figura 24. Diseño del Drivers para el motor DC.....</i>	<i>58</i>
<i>Figura 25. Protomat S63</i>	<i>59</i>
<i>Figura 26. Proceso de galvanizado</i>	<i>59</i>
<i>Figura 27. Diseño circuital del Potenciómetro digital</i>	<i>61</i>
<i>Figura 28.PCB del potenciómetro digital.....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 29. Diseño Circuital Driver del motor AC</i>	<i>62</i>
<i>Figura 30.Diseño en Altium del Driver para el motor Ac.....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 31. Diseño circuital del Cruce por cero</i>	<i>63</i>
<i>Figura 32.Diseño en Altium del cruce por cero para el motor Ac.....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 33. Diseño circuital del Driver del servomotor</i>	<i>64</i>
<i>Figura 34.Diseño en Altium del Driver para el Servomotor.....</i>	<i>65</i>
<i>Figura 35. Drivers de potencia.....</i>	<i>65</i>
<i>Figura 36. Esquema de instrumentación "Sensórica"</i>	<i>66</i>
<i>Figura 37.PCB del sensor de corriente</i>	<i>67</i>
<i>Figura 38.Sensor efecto hall</i>	<i>67</i>
<i>Figura 39.integrado ADE7763</i>	<i>68</i>
<i>Figura 40. Disco Incremental.....</i>	<i>70</i>
<i>Figura 41. Sistema de Medición Optoacoplador.....</i>	<i>70</i>
<i>Figura 42.Diseño del Impreso en Altium</i>	<i>71</i>

<i>Figura 43. Encoder</i>	<i>72</i>
<i>Figura 44. Tarjeta PSOC microcontrolador Cypress.....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 45. Cypress.....</i>	<i>74</i>
<i>Figura 46. Puertos digitales de entrada y salida</i>	<i>75</i>
<i>Figura 47. Acceso Remoto por VPN.....</i>	<i>76</i>
<i>Figura 48. Web Publisher Tool.....</i>	<i>77</i>
<i>Figura 49. Red VPN LogMein Hamachi.....</i>	<i>78</i>
<i>Figura 50. Modulo VISA de comunicación</i>	<i>79</i>
<i>Figura 51. Practicas del Motor Paso a Paso</i>	<i>80</i>
<i>Figura 52 Flujo de Navegación</i>	<i>82</i>
<i>Figura 53. Módulo IMAQ de visualización</i>	<i>84</i>
<i>Figura 54. Servidor Web Hamachi.....</i>	<i>85</i>
<i>Figura 55. Laboratorio Remoto</i>	<i>86</i>
<i>Figura 56. Selección de motor de practicas</i>	<i>86</i>
<i>Figura 57. Practica del motor DC.....</i>	<i>87</i>
<i>Figura 58. Curva de arranque del motor DC obtenida en LabView ajustada unidades de ingeniería.</i>	<i>88</i>
<i>Figura 59. Curva de corriente de arranque del motor DC obtenida en osciloscopio acondicionada al rango 0-5V.</i>	<i>89</i>
<i>Figura 60. Curva de voltaje contra corriente</i>	<i>90</i>
<i>Figura 61. Ping de respuesta del servidor en condiciones plenas de operación.....</i>	<i>91</i>

LISTA DE ANEXO

	Pág.
<i>Anexo A. Practicas del banco de motores.....</i>	<i>100</i>
<i>Anexo B. Acuerdo de confidencialidad.....</i>	<i>161</i>
<i>Anexo C. Diagrama de flujo de la Interfaz.....</i>	<i>167</i>
<i>Anexo D. Diagrama de flujo de la herramienta virtual WEB PUBLISHING TOOL.....</i>	<i>168</i>

1. GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

Un laboratorio virtual remoto, es una maquina donde se encuentran objetos de estudio que cuenta con aplicaciones prácticas, en este caso son motores, los cuales están conectados mediante circuitos eléctricos y electrónicos que permiten su control por medio de un mando a distancia. Para este proyecto se usará la plataforma **LabView (Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench)**¹, el cual servirá de soporte para aplicar el conocimiento obtenido teóricamente acerca de los motores eléctricos sin la necesidad de estar presente en el laboratorio, con la ventaja de obtener resultados virtuales y en tiempo real como si se realizara de forma presencial.

La idea de desarrollar un laboratorio remoto surge de las prácticas empresariales desarrolladas por el estudiante John Anderson Galvis Niño en Tecnoparque apoyado por el estudiante John Sebastián Bustamante Vargas en donde se tuvo contacto permanente con la plataforma LabView y los microcontroladores **Cypress**². Basado en lo anterior, se propone crear un laboratorio virtual para prácticas con motores eléctricos basado en soporte de video, un servidor web, sistemas de instrumentación y tarjetas de comunicación que permitan el envío de información de forma bidireccional.

El sistema permite desarrollar prácticas orientadas al estudio y caracterización de motores que realizan un ciclo de trabajo específico. Se cuenta con 4 tipos de motores diferentes: un motor DC, un motor AC, un motor paso a paso y un servomotor, estos están comandados por una potencia la cual a su vez se conecta a un micro controlador de la marca **Cypress**, el cual a través de un puerto serial, recibe instrucciones del servidor montado con el software LabView sobre el cual se han programado aplicativos que permite registrar los valores de las variables medidas con el sistema de instrumentación. Los aplicativos desarrollados en LabView permitirán llevar al estudiante a través de las diferentes prácticas desarrolladas para cada tipo de motor, además, podrá visualizar el comportamiento de los mismos a través de una cámara web.

En **LabView** hay diferentes maneras de diseñar un aplicativo como servidor y conectar varios usuarios vía **Wifi**, dentro de este se crea la interfaz gráfica a manipular, la cual se comunica a través del puerto serial-USB. Los microcontroladores **Cypress** serán el centro de los módulos de comunicación entre los circuitos de potencia que gobiernan los motores y la plataforma LabView. Con este sistema se pretende aportar a la institución Tecnoparque, a la Universidad Piloto de Colombia y nuestro país, una alternativa de aprendizaje para zonas remotas o estudiantes los cuales no puedan desplazarse a un laboratorio requiriendo únicamente una conexión a internet.

¹ <http://www.ni.com/labview/esa/>

² <http://www.cypress.com/documentation/datasheets/cy8c29466-cy8c29666-automotive-extended-temperature-psoc-programmable>

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 Descripción del Problema

En la actualidad los laboratorios remotos contruidos e implementados en muchas partes del mundo son orientados a plantas de producción y manufactura, las asignaturas o cursos que se dictan virtualmente no poseen un soporte de una planta física real la cual sea controlada y manipulada por los diferentes usuarios, donde sea posible observar el funcionamiento y comportamiento de cualquier tipo de mecanismo o elemento del que se esté aprendiendo.

De acuerdo a lo anterior, se puede realizar cursos o asignaturas virtuales apoyados en una planta física real que motive al usuario a seguir aprendiendo del tema y lo contextualice respecto al insumo, mecanismo o elemento que se esté estudiando, el construir un laboratorio remoto de motores eléctricos que preste todas las facilidades de interacción entre la teoría y la practica como curso a asignatura virtual evaluable genera nuevos e innovadores métodos de enseñanza.

1.2.2 Formulación del Problema

¿Es posible implementar un laboratorio Remoto de motores Eléctricos orientado a asignaturas virtuales?

1.3 JUSTIFICACIÓN

Este proyecto busca realizar un aporte a los sistemas de educación para que instituciones de educación y sus estudiantes puedan ofertar y realizar estudios de motores de forma remota usando herramientas virtuales de manera ágil, práctica y segura. De acuerdo al Observatorio Nacional de la Educación del Ministerio de Colombia “La educación virtual posibilita una interacción entre los actores del proceso educativo más allá de limitaciones como la distancia o el tiempo, permitiendo el aprendizaje autorregulado y ofreciendo espacios para la interacción con otros, el trabajo colaborativo, cooperativo y la reflexión conjunta sobre los tópicos de interés que involucren la participación activa de estudiantes y docentes, aunque físicamente se encuentren distantes” (Observatorio Laboral de la Educación del Ministerio de Educación de Colombia, 2016). La educación virtual es una tendencia a nivel mundial por las dificultades de tiempo, movilidad o economía que se presentan para las personas en la actualidad.

La ingeniería en sus diferentes modalidades (técnica, tecnológica y profesional) propone un reto interesante por la accesibilidad a laboratorios para el desarrollo de las prácticas que se desean desarrollar en sus diferentes asignaturas, actividad imprescindible en el aprendizaje de este campo de la educación, es por esto, que el laboratorio remoto de motores eléctricos soportado en ambientes virtuales se hace pertinente y justifica la inversión de esfuerzos a nivel de personas, infraestructura y recurso económico. La implementación de laboratorios virtuales trae otros beneficios adicionales como la optimización de recursos físicos y tecnológicos sin afectar los resultados de aprendizaje que desean ser logrados.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

Diseñar e implementar un laboratorio remoto de motores eléctricos, basado en una plataforma web y el software de procesos LabView para el acompañamiento de laboratorios en asignaturas virtuales de Tecnoparque - SENA.

1.4.2 Objetivos específicos

- Teniendo en cuenta las necesidades de Tecnoparque, generar las alternativas de solución para el diseño del banco de motores.
- Diseñar el sistema de control eléctrico de los motores con que cuenta Tecnoparque.
- Diseñar y construir un módulo de conexión electrónico que permita la comunicación entre un computador y el sistema de control eléctrico.
- Diseñar e implementar una interfaz visual donde el usuario pueda los ver resultados obtenidos.
- Diseñar e implementar las prácticas de laboratorio a desarrollar con el laboratorio virtual de motores.
- Diseñar e implementar una plataforma web que permita al estudiante desarrollar las prácticas de laboratorio de forma remota.

1.4.3 Delimitación del proyecto

1.4.3.1 Alcances y limitaciones

- Este proyecto está limitado a los recursos disponibles en Tecnoparque así mismo el prototipo desarrollado quedara dentro de las instalaciones de Tecnoparque para el uso y disposición de la entidad.
- El usuario debe poder controlar el sentido de giro y la velocidad de los 4 motores y el Angulo en el caso del servomotor, y debe ser posible para el verlos a través de la cámara web.
- El sistema de control electrónico se basa en el Kit de Evaluación de micro controladores **Cypress** debido a que es la plataforma que Tecnoparque desea usar en este proyecto.
- La plataforma de soporte virtual se debe desarrollar en el software LabView debido que Tecnoparque cuenta con su licencia.

1.4.3.2 Línea de investigación

Se define la línea de investigación en el campo de la AUTOMATIZACIÓN Y DOMÓTICA ya que, el énfasis del proyecto se dirige al control remoto de 4 motores eléctricos. Para dar cumplimiento a lo anterior se debe diseñar e implementar los circuitos y programación necesaria para que dicho

objetivo sea posible. El desarrollo de este proyecto permitirá entrelazar el conocimiento obtenido en las aulas estudiantiles y aplicarlo de forma remota en una planta física real, soportado en aplicaciones que otorguen el mismo nivel de aprendizaje para el alumno.

1.5 ESTADO DEL ARTE

Con el transcurso de los años se han vuelto más evidentes los prontos y efectivos avances tecnológicos, en tiempos remotos el ámbito de educarse fue para muchas personas un beneficio más no una notoria necesidad en la que se podía evidenciar las distinciones sociales creadas por los diferentes entornos de desarrollo al que estaba expuesto un ser humano.

La metodología a nivel educacional fue implementándose poco a poco generando grandes posibilidades de aprendizaje para quienes no tenían el privilegio de crecer intelectualmente, los cuales eran afectados no solo por el nivel de vida que en su época llevaban, si no por los diferentes obstáculos que evidencian todo tipo de dificultades, que impiden interactuar con un óptimo ambiente estudiantil.

Figura 1. Educación siglo XIX



Fuente: COLEGIO LUÍS VIVES: Él colegio luís vives se traslada a la iglesia de Santiago, post septiembre 2014

Día a día la construcción de diferentes ambientes presenciales de aprendizaje para estudiantes de altos, medios y bajos recursos ha tenido un gran impacto en todas las comunidades a nivel mundial, que el lucrarse de conocimiento sea más una decisión personal que un beneficio monetario, ha destruido por completo las distinciones sociales existentes y ha generado una alta gama de personal capacitado para desenvolverse en situaciones educativas y laborales las cuales enfrenten. En la actualidad existen muchas instituciones que prestan sus servicios teniendo en cuenta que existen personas a las que se le facilita costear una carrera técnica, tecnológica o universitaria, pero también entra en discusión el tema de cómo ayudar a los jóvenes que no poseen este beneficio.

El estado ha logrado establecer programas educativos que poco a poco han ido implementándose en todos los centros educacionales del país, manejando muchas universidades pertenecientes al sistema de educación público, permitiendo que los aspirantes puedan tener al menos la oportunidad de tratar de calificar a alguna de las áreas de interés común para el mismo, aunque realmente el poder obtener educación profesional de calidad y a bajo costo se ha convertido en un tema de mérito más no de facilidades publicas ya que, para poder pasar a una buena universidad requiere aprobar ciertos requisitos no solo de actitud si no también intelectuales de acuerdo al nivel general a el cual todos estamos expuestos que es la educación básica de bachillerato.

Uno de los proyectos más grandes a nivel educacional que fue creado como el sistema nacional de aprendizaje más completo y beneficioso para gente de bajos recursos llamado SENA, que surge del gobierno de la junta general, inaugurado en el año 1957 con la proyección de plantear la necesidad de que el país contara con una institución de enseñanza laboral y técnica totalmente descentralizada del estado y con financiamiento autónomo, esto crea una de las más extensas polémicas respecto a lo que está establecido en la constitución política de Colombia que es el derecho a la educación de lo cual toda la masa poblacional debe ser participe ya que, el gobierno buscaba lucrarse de los servicios que prestaría esta entidad educativa al ser inaugurada.

Poco antes de cumplir sus 30 años al servicio de la comunidad educativa se logró evidenciar cambios e innovaciones que muestran como el sistema educacional suple con la gran cantidad de necesidades que presenta el censo de personas que hoy quieren empezar a construir sus antecedentes intelectuales, sin importar el costo, la distancia, la raza, el estrato social o cualquier tipo de eventualidad que se cruce en el camino, hoy pertenecer a una institución que promueva el aprendizaje es bastante fácil y no genera ningún tipo de complicación.

Entre los temas relacionados con los objetivos a realizar se ha evidenciado que con el transcurso del tiempo muchas más instituciones educativas están implementando los laboratorios remotos como asignaturas académicas las cuales crean un gran impacto educacional y una gran ayuda para la variedad de personas que se desenvuelven en un entorno de desarrollo estudiantil, entre la línea de investigación realizada por los autores se descubre que el diseño y la construcción de laboratorios remotos esta implementada desde aproximadamente el año 2003, Alaa Mohamed y Khamis Rashwan (Alaa Mohamed y Khamis Rashwan, 2003) dieron comienzo a lo que fue un proceso extenso de investigación donde se encontró la dificultad de realizar trabajos a distancia, el campo de aplicación en el que se desarrolló la innovación generada fue la robótica donde se pretendía desarrollar el diseño de un software capaz de interactuar con robots móviles empleando diferentes campos de aplicación, de los cuales se utilizó patrones construidos en un entorno programable con la facilidad de crear una interfaz gráfica aplicable entre el hombre y la máquina, desarrollaron subsistemas los cuales tenían la cualidad de ser flexibles, fáciles y con muchas aplicaciones las cuales ayudaran al aprendizaje constante de las personas que intervengan en el laboratorio propuesto por ellos.

Poco a poco se descubren varias mentes las cuales tomaron la decisión de afrontar problemas. En el año 2009 se crea una aplicación capaz de interactuar con un entorno físico y real aplicado a una planta de producción, los implicados proponen crear un laboratorio distribuido para la enseñanza de la robótica aplicada a distancia, la viabilidad de la construcción de este prototipo genera la implementación de prácticas interactivas a estudiantes de universidades, institutos, colegios y centro educativos respecto a las plataformas móviles (*Pionner 3DX*) y sobre brazos robóticos los

cuales estén aplicados en empresas que se desarrollan en la industria de la automatización y la neumática, los ingenieros Eduardo Caicedo Bravo, Eval Bladimir Bacca y Bayron Andrés Calvache (Eduardo Caicedo Bravo, 2009) afirman que esa herramienta de enseñanza en robótica permiten que las plataformas costosas de experimentación pueden ser usadas colaborativamente por las universidades, mejorando la comunicación entre estudiantes, grupos de investigación y permite el desarrollo de actividades varias, programadas en distintos ambientes de desarrollo estudiantil.

Después de unos años se empezó a generar la necesidad de aplicar el conocimiento y todos los campos de investigación respecto a los laboratorios remotos a el constante aprendizaje de alumnos en etapa de desarrollo ingenieril, los cuales generar nuevas ideas para complementar los entornos de aplicación, es probable obtener nuevos y renovados prototipos totalmente aplicables a las industrias que hoy en día rigen los ambientes laborales, de tener laboratorios remotos totalmente enfocados a un sistema industrial ha construido un margen de nuevos sistemas que realizan tareas específicas que pueden planearse previamente, se propone generar un nuevo campo el cual sea viable, rígido y resistente para pruebas en alumnos y que se desenvuelva en las universidades o centro tecnológicos.

Figura 2. Laboratorio remoto



Fuente: INFORMATICA ++: <http://informatica.blogs.uoc.edu/wp-content/uploads/2014/10/Figura3.jpg>

En el año 2011 Mónica María Zuluaga López, (López, 2011) propone diseñar un sistema de aprendizaje para un laboratorio remoto usando una metodología de ingeniera aplicado a un campo de estudio, la autora pensando en todas las necesidades presentes en un aula o centro estudiantil que no cuente con los recursos para poder dictar una clase en las cuales los estudiantes interactúen con un entorno físico real logrando medir el impacto que tendrá tomar decisiones acertadas y las consecuencias que produce en un momento determinado equivocarse, claro está que con el diseño previamente dispuesto para permitir que el estudiante se equivoque y que esto sea totalmente medible, se pueda reparar con facilidad o que al momento de realizar algo indebido el mismo sistema pueda protegerse ante cualquier eventualidad y no arruinar su propio cuerpo.

El diseño y construcción de un entorno de estudio aplicando la metodología MISA (MODELO DEL ESCENARIO PEDAGÓGICO) (López, 2011) surge con el fin de poder implementar un laboratorio capaz de ser aplicable en distintos grados de educación, que sea legible y entendible para cualquier estudiante sin importar el nivel adquirido en cursos anteriores, esto creara una nueva forma de aprender hábitos de estudios, dando facilidades para cada día seguir aprendiendo.

Figura 3. Aula virtual aplicable a laboratorio remoto



Fuente: ROSETTA STONE LANGUAGE LEARNING: <http://tec-quest.com/rosettastone.htm>

A medida que los laboratorios remotos eran más comunes en todos los ambientes cotidianos se evidencia un gran avance y crecimiento realizado por diferentes interpretes dedicados al descubrimiento de necesidades que puedan facilitar la vida del ser humano, añadiendo tecnología que genera nuevos métodos más evolucionados en la creación de laboratorios interactivos, los cuales buscan generar medios visuales que creen nuevos métodos de interacción entre el usuario y el entorno de desarrollo, Carlos Alberto Jara Bravo (Bravo, 2010) propone generar una Manipulación inteligente mediante percepción óptica y control visual empleando una estructura articular ubicada en el robot manipulador, el cual creando herramientas que facilitan el desarrollo de laboratorios virtuales y remotos de robots manipuladores y con el desarrollo de un entorno que integre las herramientas para el aprendizaje constructivo dentro de entornos colaborativos (ver Figura 4).

Después de haberse realizado una corta introducción de algunas de las propuestas respecto a los laboratorios remotos, orientamos el proceso hacia los componentes que se proponen controlar en este proyecto, los autores realizan una interacción directa entre un banco de motores eléctricos y un plataforma programable, que permita al usuario ingresar a un sistema previamente diseñado con el fin de desarrollar las actividades allí propuestas, donde el mismo podrá manipular de manera óptima y segura el entorno grafico construido, visualizando en tiempo real el comportamiento del prototipo físico sin necesidad de estar presente en la ubicación del mismo.

Figura 4. Tesis doctoral Carlos Jara (Bravo, 2010)



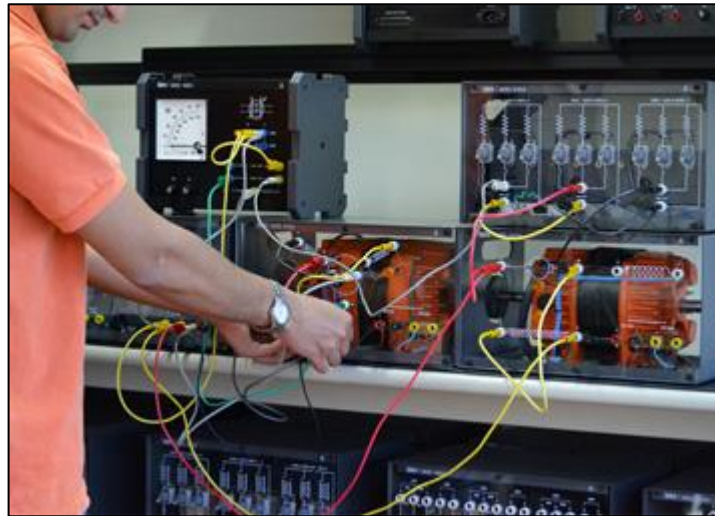
Fuente: CARLOS ALBERTO JARA: Desarrollo de laboratorios virtuales y remotos de robótica industrial.2009-2010

En el año 2012 la **ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERÍA ITCA** (Caceres Chiquillo, Morales Hernandez, & Vasques Novoa, 2012), por medio de los ingenieros Juan José Cáceres Chiquillo y Rigoberto Alfonso Morales, crean la automatización de un banco didáctico en un laboratorio de máquinas eléctricas, en el cual la interacción entre motores eléctricos, generadores, transformadores y el usuario es constante, la propuesta general tiene como objetivo realizar el estudio del comportamiento de los objetos mencionados anteriormente, para esto es necesario diseñar prácticas que permitan visualizar, medir y manipular la operación de cada uno de ellos en un ciclo determinado de tiempo, esto permite obtener la relación entre los parámetros y las variables independientes del proceso, ahora se debe tener en cuenta que no todos los motores funcionan de la misma manera o tienen un ciclo de operatividad igual ya que, las variables están expuestas a variar de acuerdo a las características técnicas y parámetros de funcionamiento, una vez especificando la viabilidad del banco, los autores hacen referencia a las actividades diseñadas para este prototipo, obteniendo como base la visualización de variables como lo son: Velocidad, torque, eficiencia, voltaje generado, corriente de excitación, factor de potencia entre otros, donde la interacción de los parámetros proporciona el análisis grafico de los diferentes tipos de comportamientos.

En el proceso investigativo de los antecedentes históricos respecto a las actividades y desarrollos implementados para bancos de pruebas donde el objeto son motores eléctricos, se evidencio que el ingeniero Rodríguez Andrade Jonathan, de la UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO (Rodriguez Andrade, 2014) en el año 2014, realiza el diseño y construcción de un banco de pruebas

para la caracterización de motores monofásicos, dejando en evidencia el diseño de un prototipo dedicado específicamente a obtener, generar y visualizar las diferentes variables de un motor las cuales puede que se conozcan cómo puede que no, anexo a esto el objetivo principal es lograr resolver los efectos negativos de la inercia en el sistema mecánico, implementando un sistema de frenado para el motor con el fin de generar las gráficas de caracterización y reducir el ruido por vibración presente en el sistema.

Figura 5. Banco de motores



Fuente: TECNICA DIDACTICA SA: Banco para el estudio del motor-generator sincrónico trifásico y del generador del c.c. Buenos Aires.

A nivel industrial indagar el como una práctica de laboratorios remotos puede generar avances significativos en los procesos de desarrollo de grandes compañías dedicadas a la comercialización e industrialización de ininidad de recursos físico que hoy en día son necesarios para suplir las actividades del ser humano, ha provocado que los avances tecnológicos apunten a crear dispositivos capaces de realizar tareas de control y seguimiento, con el objetivo de dar soluciones a problemas que surgen del trabajo de máquinas indispensables en cualquier proceso de producción, actualmente se estima que el 80 % de la energía mundial producida, es consumida a través de motores eléctricos, los cuales están distribuidos en la gran variedad de maquinaria industrial que hoy opera en el mercado y en electrodomésticos de uso diario en los hogares. En Colombia el consumo promedio utilizado por los motores es del 50% de la energía total producida por las electrificadoras del país.

Haciendo énfasis en lo anterior el ingeniero Marcos Andrade proveniente de la UNIVERSIDAD DE MONTEVIDEO propone una Metodología de monitoreo, detección y diagnóstico de fallos en motores asíncronos de inducción (Castelli & Andrade, 2007), el cual aplica para motores de corriente alterna, que por sus propiedades y funcionalidad están diseñados para realizar ciclos de trabajo en largos periodos de tiempo, además su capacidad y torque son considerables, el objetivo principal del autor después de realizar el estudio de las principales fallas como lo son un cortocircuito en las bobinas, rodamientos en mal estado, excentricidad y balanceo, anillos del rotor en mal estado y otros, es diseñar un banco de ensayos el cual simula todos los desperfectos

mencionados anteriormente acoplando dos motores de inducción trifásicos que realizan distintas pruebas en vacío y cuando están con carga, en los cuales se podrán observar la variación de variables tales como, corriente, voltaje, potencia y demás, anexo a esto propone acciones preventivas identificadas por el monitoreo diseñado por el autor y actividades correctivas que dependen de la asertividad de la fase de diagnóstico.

Figura 6. Motor asíncrono



Fuente: CASTELLI & ANDRADE: Metodología de monitoreo, detección y diagnóstico de fallos en motores asíncronos de inducción, 2007

Los resultados de la investigación desarrollada han sido positivos, se hizo énfasis en la metodología orientada a través de los años respecto a laboratorios remotos sin importar su campo de aplicación, se evidencio que es posible diseñar, visualizar, monitorear y controlar, entornos de desarrollo no solo orientados a el área educacional si no también el impacto que ha generado aplicar los prototipos propuestos por el ingenio de muchos profesionales dedicados a este tipo de prácticas, llevándolos a la industria como componentes indispensables para el óptimo funcionamiento de cualquier tipo de proceso y mientras la tecnología siga avanzando es probable que en un futuro no muy lejano se vuelva notorio el surgimiento de nuevos y mejorados laboratorios con un objetivo en común suplir las necesidades del ser humano.

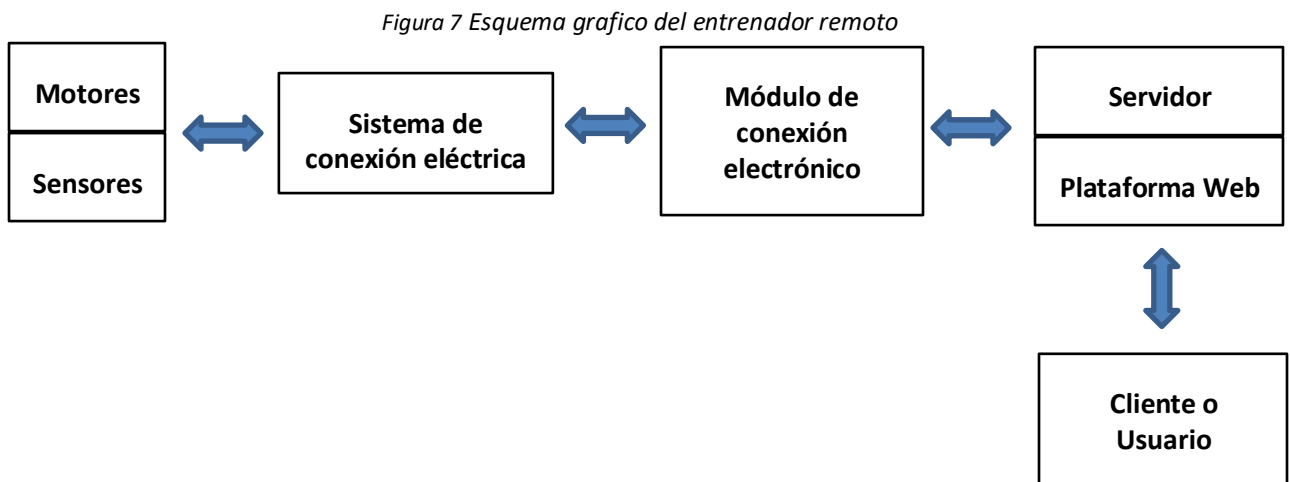
1.6 MARCO NORMATIVO

Para efectuar la formalización del trabajo que se realizará de la mano de Tecnoparque y mantener la debida confidencialidad acordada entre las dos partes se firma un contrato que especifica los deberes y derechos establecidos por la entidad, es vinculado un ID o número de proyecto “11581” el cual identifica la línea de investigación a la cual pertenece y el tipo de proyecto a realizar, los participantes de la firma de tal documento son los autores del proyecto y el gestor asignado por el líder de la línea de investigación, de igual manera y en concordancia con lo estipulado los

estudiantes diligencian los debidos formatos proporcionados aceptando de manera irrefutable las actividades, tareas y requisitos dados por la organización el cual es apreciable en el ANEXO B.

1.7 DISEÑO METODOLÓGICO

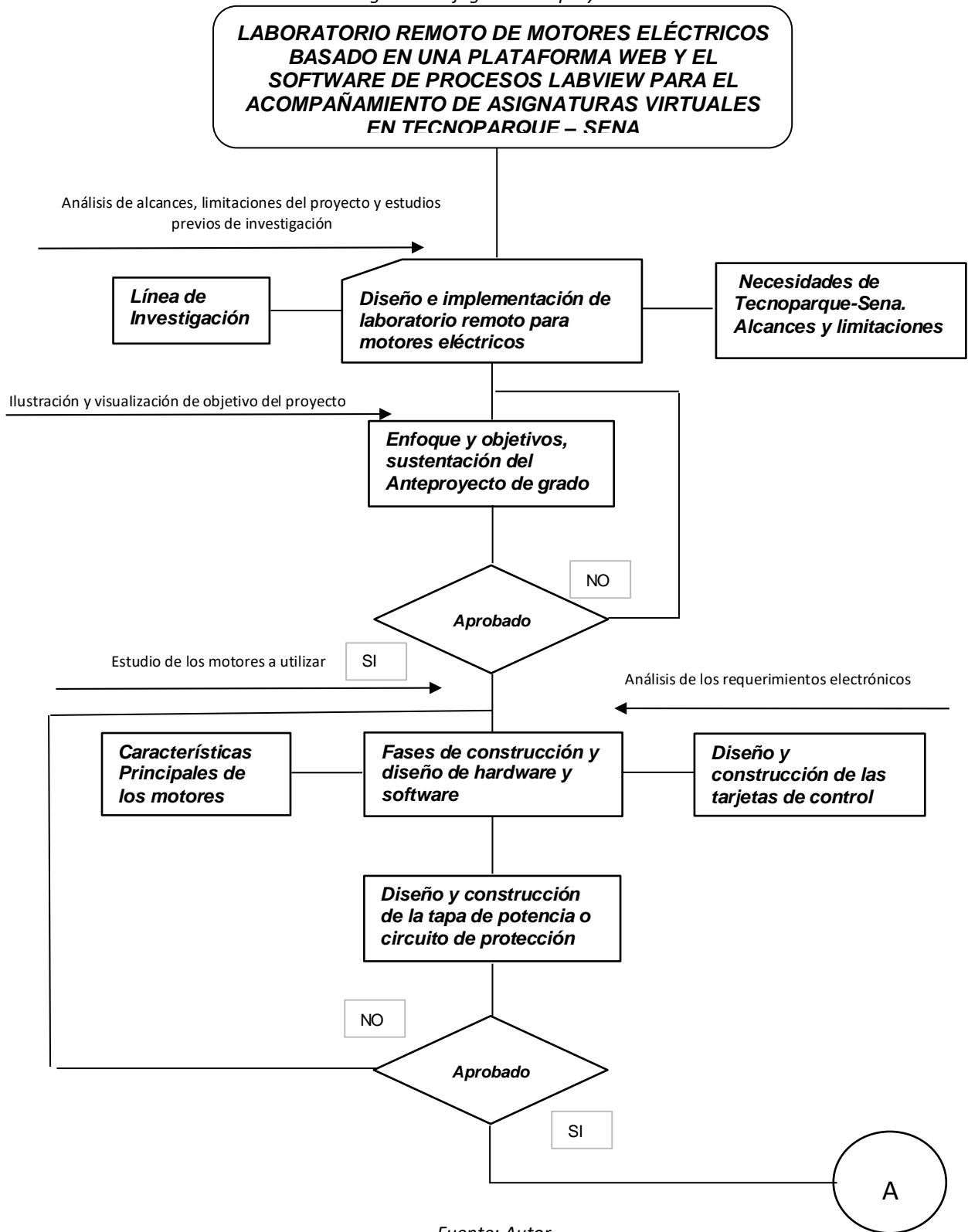
De acuerdo a la necesidad expresada por Tecnoparque al momento de generar un proyecto que pueda interactuar entre un entorno de desarrollo real y una interfaz gráfica la cual fuese manipulada vía internet por el usuario y analizando uno por uno de los propósitos principales expuestos por el SENA, se genera la idea para el diseño y la implementación del proyecto creando un diagrama de flujo que ilustre las diferentes fases que debe tener en sí, hacía que tipo de personas va dirigido y su finalidad el cual es apreciable en la Figura 7.



Fuente: Autor

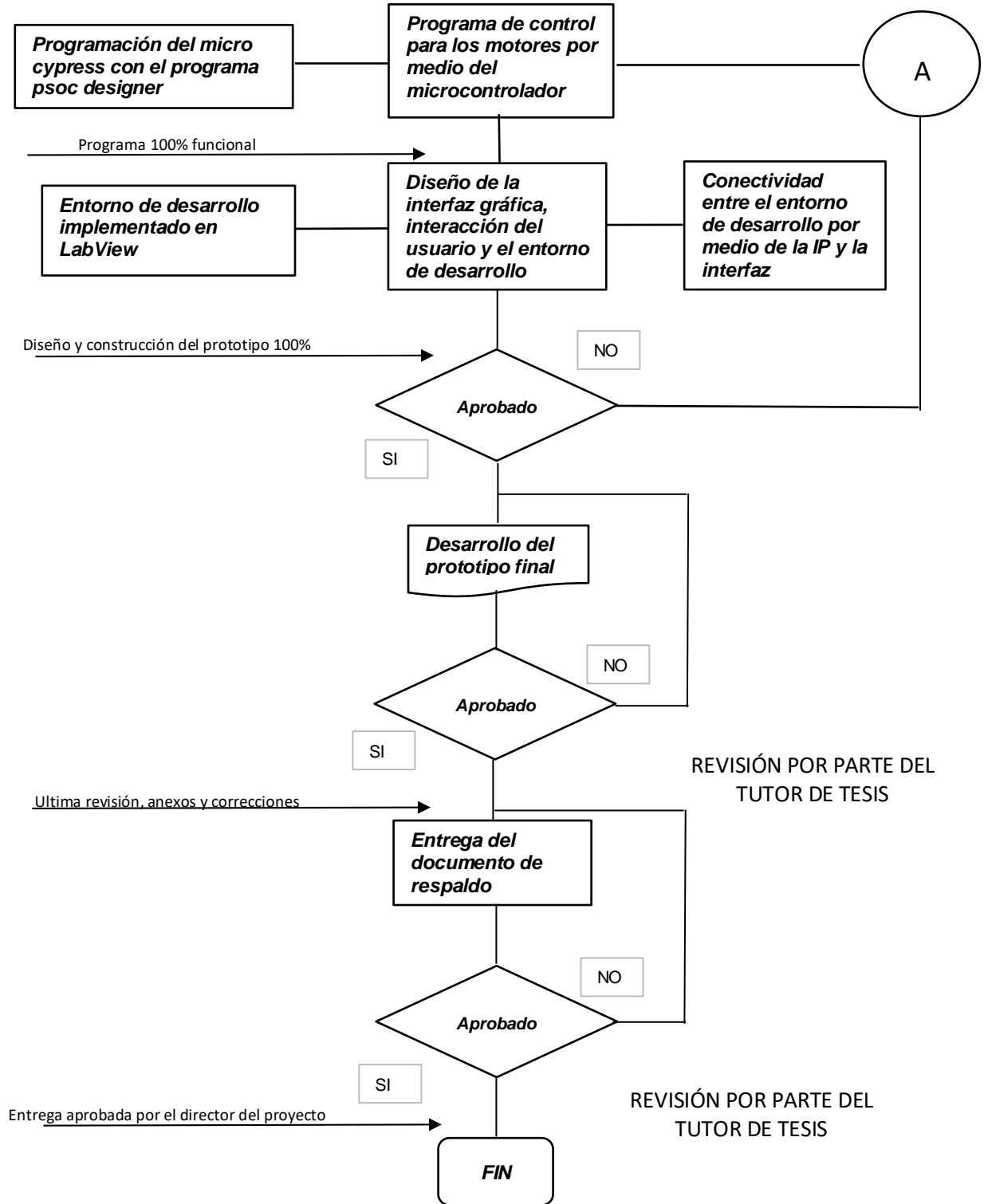
A continuación, se presenta el diagrama de flujo de las actividades del proyecto con las cuales se dará cumplimiento a los objetivos planteados para el mismo.

Figura 8 Flujograma del proyecto



Fuente: Autor

Figura 8 (continuación)



Fuente: Autor

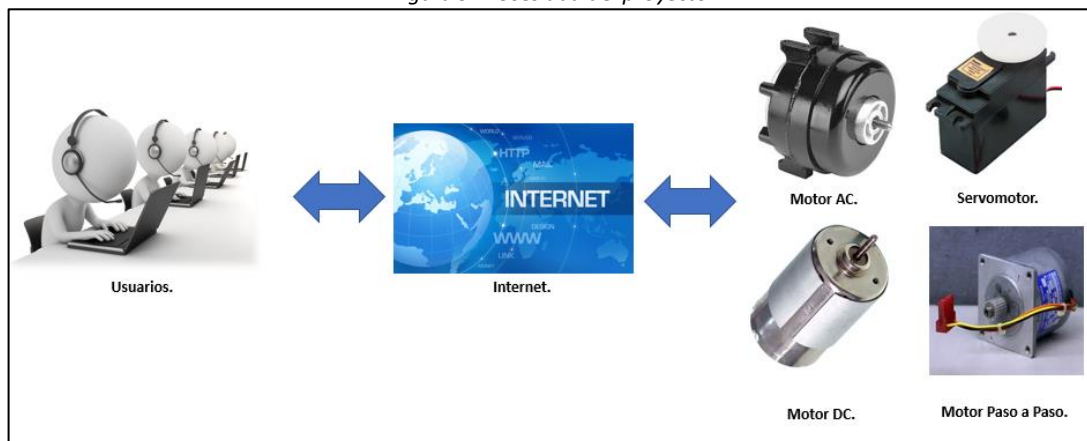
2. NECESIDADES Y ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

2.1 NECESIDADES DE TECNOPARQUE

Tecnoparque Sena, propone realizar un prototipo multifuncional con el objetivo de implementar una interacción directa entre una plataforma virtual de desarrollo y una planta física real controlada por cualquier tipo de usuario, la propuesta es construir un banco de motores eléctricos el cual será manipulado por el usuario vía internet donde tendrá que realizar las siguientes operaciones:

- Descargar la guía de prácticas desde su correo electrónico.
- Conectarse remotamente al servidor.
- Iniciar el programa de la plataforma virtual.
- Elegir el idioma en el cual trabajara la plataforma.
- Manipular los motores por medio de las practicas a desarrollar.
- Consignar los resultados en la guía y enviar por correo electrónico la evaluación propuesta.

Figura 9. Necesidad del proyecto



Fuente: Autor

Esto profundizara campos educativos como, asignaturas virtuales, trabajos y cursos vía online, construcción de prototipos científicos y conexiones de redes, a nivel industrial también genera avances que posiblemente se pueden implementar en las empresas dedicadas a la producción e industrialización de cualquier tipo de material, insumo, repuesto mecanismo o de consumo diario, el laboratorio remoto se puede orientar hacia los procesos de monitoreo, control y mantenimiento generando así una herramienta útil y adaptable a cualquier tipo de ambiente al que se encuentre expuesto.

El usuario observara como es el funcionamiento de los implementos mencionados anteriormente visualizando sus características principales y asociándolos a la gran variedad de aplicaciones donde podrían ser implementados.

El prototipo debe ser construido analizando cada uno de los requerimientos de control donde las variables a manipular son la base para la implementación del mismo, los compromisos pactados con la institución Tecnoparque se verán reflejados en los resultados obtenidos del proceso de investigación y construcción del laboratorio remoto, para suplir las condiciones pactadas por las dos partes es necesario cumplir con los siguientes requerimientos.

- Visualizar el comportamiento de cada uno de los motores.
- Diseñar un entorno de desarrollo virtual en LabView (asignación de tareas y desarrollo del curso).
- Construir un enlace web (control del prototipo remotamente).
- Medición y control de la variación de voltaje.
- Medición de la variación de corriente.
- Medición de la variación de velocidad.
- Control del motor DC, Servomotor y Paso a paso.

Tecnoparque requiere un mecanismo 100% funcional, de fácil acceso y conectividad, con el fin de facilitar la navegación del usuario por el entorno de desarrollo virtual y que así mismo pueda adquirir conocimiento de manera rápida y segura, el desarrollo del prototipo debe acoplarse a cualquier tipo de usuario que desee acceder al entorno de desarrollo por ende la dinámica del mecanismo debe ser sencilla y práctica.

Respecto a las etapas mencionadas anteriormente el diseño del prototipo fue orientado a prestar los servicios necesarios para dar solución a los diferentes requerimientos de hardware y software que surgen después de realizar el proceso de investigación y teniendo en cuenta que uno de los limitantes del proyecto es que se debe utilizar los recursos proporcionados por la institución Tecnoparque – SENA ya que, el banco de motores una vez esté terminado deberá permanecer en las instalaciones del mismo con el objetivo de poder realizar proyectos futuros utilizando herramientas tipo TIC “ tecnologías de la información y la comunicación”.

2.2 EQUIPAMIENTO DE DESARROLLO

Para dar solución a las necesidades propuestas por Tecnoparque, la institución puso a disposición todos los implementos que manejan en su línea de electrónica y telecomunicaciones los cuales deben ser utilizados para el desarrollo del proyecto, el prototipo debe quedar a disposición de la institución. El prototipo debe regirse a una serie de parámetros tanto de diseño, construcción, comunicación y virtualización impuestos por la institución Tecnoparque que requiere generar un modelo automatizado donde se controlen 4 motores de diferentes características los cuales son suministrados por la entidad. A continuación, se presentan las características técnicas de los equipos y elementos suministrados por Tecnoparque.

- **Motor DC:**

Tabla 1. Características del motor DC RS - 545 SH

MOTOR DC RS - 545 SH			
CLASIFICACIÓN	SIMBOLO	VALOR	UNIDAD
Rango de operación	V	4.5 a 12	V
Velocidad sin carga	R/min	24000 a 1.3 Amp	R/min
Eficiencia máxima	R/min	20510 a 7.56 Amp	R/min
Torque	N	31.1	mN-m
Torque en sobrecarga	N	214	mN-m
Diámetro	Mm	35.8	Mm
Longitud	Mm	50	Mm

Adaptado de: <https://www.surplussales.com/motors/motors-3.html>.

- **Motor Paso a Paso:**

Tabla 2. Características del motor LA23ECK-73

MOTOR PASO A PASO			
CLASIFICACIÓN	SIMBOLO	VALOR	UNIDAD
Voltaje	Vi	5.1	V
Corriente	Io	1.0	Amp
Torque	N/m	57.5	Kg-cm
Resistencia	Ohms	5.10	Ohms
Angulo del paso	Oz	1.8	Oz

Adaptado de: www.ecse.rpi.edu/courses/cstudio/data%20sheets/StepperMotor.pdf.

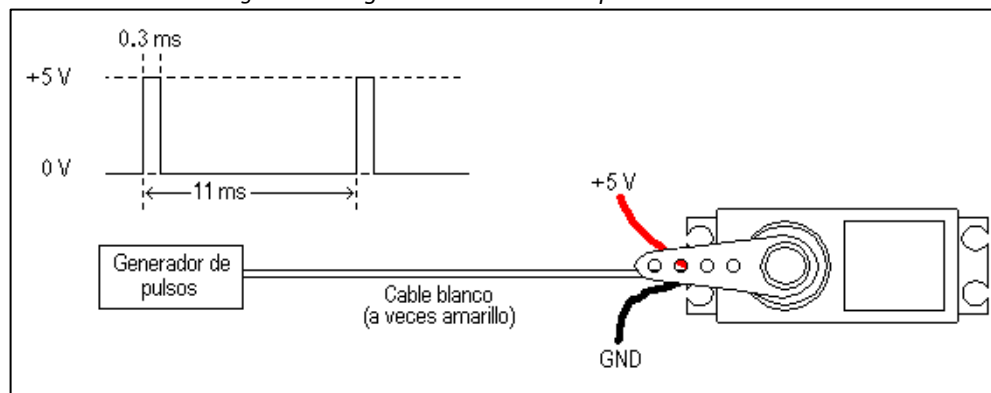
- **Servomotor:**

Tabla 3. Características del motor Hobbico

SERVOMOTOR HOBICO			
CLASIFICACIÓN	SIMBOLO	VALOR	UNIDAD
voltaje	V_i	5	V
corriente	I	0.07	Amp
Torque	N/m	19.80	kg-cm
Velocidad	s/grados	0.19	sec/60°
Peso	Oz	5.36	Oz
Alto	In	2.30	in
Ancho	In	1.20	in
Largo	In	2.60 in	in
modulación			analógica

Fuente: Autor

Figura 10. Diagrama de conexiones para servomotor



Fuente: MONOGRAFIAS: conexión externa del servomotor. 2010

- **Motor AC:**

Tabla 4. Características del motor FASCO D550

MOTOR AC FASCO D550			
CLASIFICACIÓN	SIMBOLO	VALOR	UNIDAD
Voltaje	V_i	115	V
Corriente	I_o	0.30	Amp
Potencia	W	2	Watts
Frecuencia	Hz	60	Hz

Revoluciones por minuto	RPM	1500	RPM
Peso del motor	Kg	2.05	Kg
Ancho	Cm	4.41	Cm
Largo	Cm	3.94	Cm
Alto	Cm	4.57	Cm

Adaptado de: <http://www.amazon.com/Fasco-D550-Bearing-Enclosed-Rotation/dp/B007VJ0XLA>.

Para la etapa de control Tecnoparque solicita implementar la tarjeta de control de CYPRESS donde está incluido el microcontrolador (CY8C466) ya que, en la línea de investigación hay varias unidades disponibles y hasta el momento no se ha construido un proyecto con este tipo de tarjetas, por ende, la institución requiere que sean utilizadas en el desarrollo del proyecto, la tarjeta de control mencionada cuenta con las siguientes características:

Tabla 5. Características del microcontrolador Cypress

MICROCONTROLADOR CYPREES			
CLASIFICACIÓN	SIMBOLO	VALOR	UNIDAD
Procesador	Mhz	24	Hz
Voltaje de operación	Vi	3 - 5.25	V
Rangos de temperatura	°C	-40 - 85	°C
Conversor ADC	Bits	14	Bits
Conversor DAC	Bits	9	Bits
Bloques digitales	B	16	B
Oscilador	Mhz	entre 24 y 48	Hz
Memoria Flash programable	KB	32	Bits
SRAM	KB	2	Bits
CPU	CORE M8C	N/A	N/A
Digital I/O	Uni	hasta 64	N/A
Salidas análogas	Uni	4 de 40	mA
Bloques análogos	B	12	B

Adaptado de: <http://www.cypress.com/file/141026/download>

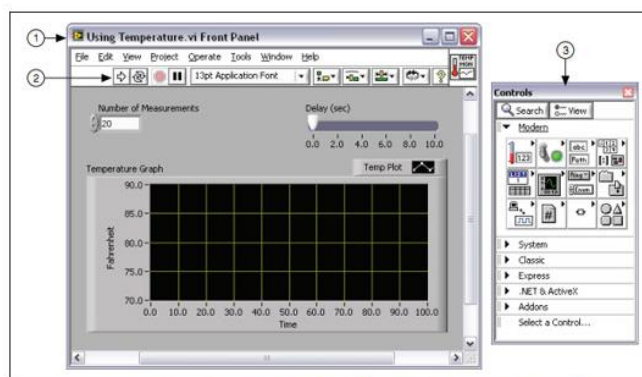
Para realizar el desarrollo de la plataforma virtual Tecnoparque solicita que se elabore con el software *LabView* (**Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench**) que es un lenguaje de programación donde es posible diseñar, crear y construir prototipos de alta tecnología con énfasis en entornos de desarrollo virtual y diseño de sistemas, crea una interacción entre una plataforma virtual y una planta física real, el cual a través de los años ha sido implementado por ingenieros y científicos con el fin de generar aplicaciones de pruebas, medición, control y automatización con el fin de obtener una mejor eficiencia en el desarrollo de sistemas interactuantes.

El proceso de construcción de la programación desarrollada mediante LabView se denominan instrumentos virtuales (**VIs**) ya que, su apariencia es similar a un elemento real y de la misma manera se ha evidenciado su funcionamiento, comprobado en la planta física real y el entorno de desarrollo virtual, donde el programa ofrece la posibilidad de tener un código fuente donde se desarrolla la lógica programable del sistema y una parte interactiva con el usuario aceptando parámetros procedentes de otros **VIs**, la configuración de LabView permite realizar la plataforma virtual de diferentes maneras para ellos facilita herramientas de programación tales como:

a. Panel Frontal

Es la interfaz gráfica del VI que trabaja el usuario, esta recibe las entradas y muestra las salidas o resultados mostrados por el programa. El diseño del panel frontal consta de componentes tales como potenciómetros, botones, pulsadores y demás instrumentos que pueden apoyar la interacción gráfica. Cada uno de ellos puede estar definido como un control, con los que se puede introducir parámetros al VI y los indicadores que se emplean para mostrar los resultados producidos ya sean datos adquiridos o resultados de alguna operación (Nationals Instruments , 2016).

Figura 11. Esquema de panel frontal



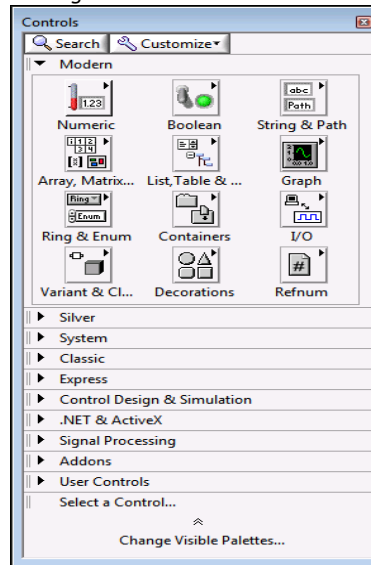
(1) Ventana de Panel Frontal | (2) Barra de Herramientas | (3) Paleta de Controles

Fuente: NATIONAL INSTRUMENT: *Fundamentos del entorno LABVIEW, Ejemplo de panel frontal*

b. Paleta de Controles

La paleta de controles que pertenece al entorno de desarrollo virtual de LabView ofrece herramientas para crear un panel frontal. Está dividida en varias categorías; las cuales están diseñadas para cumplir con las necesidades que se presentan en una situación determinada. La (Figura 5) muestra la paleta de Controles con todas las posibles categorías que se pueden utilizar teniendo en cuenta que año tras años el software estará expuesto a actualizaciones.

Figura 12. Paleta de controles

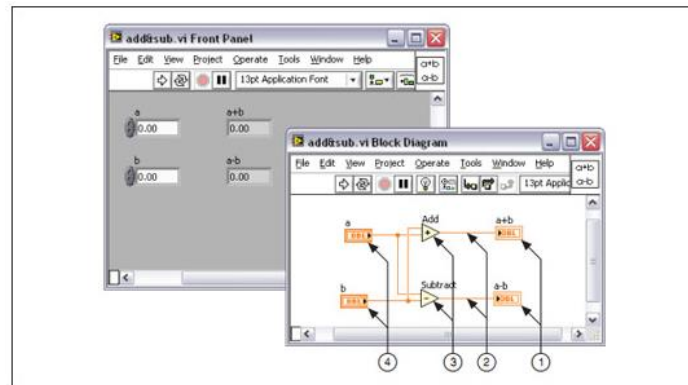


Fuente: NATIONAL INSTRUMENT: Fundamentos del entorno LABVIEW, paleta de controles <http://www.ni.com/getting-started/labview-basics/esa/environment>

c. Diagrama de Bloques

El diagrama de bloques que ofrece el entorno de desarrollo virtual de LabView está compuesto por el código fuente del VI que es donde son procesados los datos de entrada como la visualización de los resultados obtenidos o datos de salida, se constituyen por estructuras y funciones que direccionan hacia un librería; en el lenguaje grafico todas las funciones a implementar son análogas para que en el panel frontal puedan sr instalados los diferentes controladores e indicadores expresados en el diagrama de bloques por medio de los diferentes terminales.

Figura 13. Ejemplo de un diagrama de bloque con el panel frontal correspondiente



(1) Terminales de Indicador | (2) Cables | (3) Nodos | (4) Terminales de Control

Fuente: NATIONAL INSTRUMENT: Fundamentos del entorno LABVIEW, Diagrama de bloques y panel frontal correspondiente

2.3 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Haciendo un análisis de las necesidades de Tecnoparque es posible plantear diferentes alternativas que logren los requisitos de diseño utilizando los equipamientos que son ofrecidos por esta entidad, para seleccionar la alternativa más adecuada, se usará el método de ponderación el cual se basa en tomar decisiones con múltiples criterios a los cuales le son asignados valores de peso en función de su importancia en la valoración de las alternativas.

Tabla 6. Evaluación de Criterios

Peso "Criterio"	Relevancia
0,1 y 0,2	Muy poco importante
0,3 y 0,4	Poco importante
0,5 y 0,6	Importancia media
0,7 y 0,8	Algo importante
0,9	Muy importante

Fuente: Autor

Para realizar la ponderación lineal respecto a las diferentes alternativas de solución planteadas es necesario asignar un valor de satisfacción a cada una, empleando una escala de calificación respecto a las soluciones y facilidades que presta implementar cada alternativa.

Tabla 7. Evaluación de Alternativas

Peso	Relevancia
1	Irrelevante
2	Muy bajo
3	Bajo
4	Medio - Bajo
5	Medio
6	Medio - Alto
7	Alto
8	Muy alto
9	Critico

Fuente: Autor

Al momento de evaluar la puntuación obtenida de cada una de las alternativas que se plantean, es necesario aplicar un modelo de cálculo o ecuación que determinara el puntaje más alto de todas las alternativas evaluadas, la ecuación es:

$$S_j = \sum_{i=1}^n w_i * r_{ij} \quad (1)$$

Dónde:

S_j = Puntuación para alternativa.

W_i = Ponderación para cada criterio.

R_{ij} = Valoración o calificación de la alternativa j en función del criterio i.

2.3.1 Condiciones de evaluación de criterios

Las alternativas de solución deben suplir las condiciones de operación que se plantean a continuación y bajo las cuales serán evaluadas las alternativas de acuerdo a los criterios planteados en el apartado 2.3.5:

- Fácil acceso y conectividad.
- Medición de voltaje, corriente y velocidad.
- Conexión web.
- Basado en el software LabVIEW®.
- Interacción entre la plataforma virtual y la planta física.
- Transmisión de imágenes en tiempo real.
- Uso de microcontroladores Cypress®.

Mediante estas condiciones son determinados los criterios de evaluación que permitan la selección adecuada de la mejor alternativa, teniendo en cuenta las limitaciones mencionadas en el apartado 1.4.3

2.3.2 Alternativas para la conexión remota

- **Alternativa 1. Web Publishing Tool:** Es una herramienta que embebe el *front* panel en un código *html*, al cual es posible acceder desde Internet *Explorer* o *Mozilla Firefox*, usando la *url* que esta herramienta nos proporciona.
- **Alternativa 2: Servidor:** dentro de las Herramientas existe una llamada “*connect to a remote server*” la cual permite acceder a un VI específico guardado en la memoria de otro dispositivo, para lo cual se debe tener conocimiento de la IP del computador que aloja el VI y el puerto por el que permite el acceso remoto.

2.3.3 Alternativas para la transmisión de imágenes en tiempo real

- **Alternativa1: Webcam en la interfaz:** LabVIEW cuenta con un software que permite la obtención de imágenes de una cámara conectada por puerto USB, las cuales pueden visualizarse en el *front panel* del VI.
- **Alternativa 2: Webcam en código HTML:** Utilizando la herramienta “*Web Publishig tool*” de LabView se incluye un código adicional que inicializa la cámara al mismo tiempo que ejecuta el VI.
- **Alternativa3: Cámara IP:** En la Interfaz de LabVIEW se incluye la URL de la cámara IP mediante la cual el usuario podrá acceder a las imágenes en tiempo real de la planta.

2.3.4 Alternativas para el sistema de navegación

- **Alternativa 1. Folders:** “*folders*” es una herramienta de *LabView*, que agrupa elementos del *front panel* en carpetas con el fin de aprovechar el espacio las carpetas están sobrepuestas lo que conlleva a que solo sean visualizados los elementos de la carpeta seleccionada.
- **Alternativa 2. Sub VI:** Cada VI tiene botones que abren Vis subyacentes lo que permite navegar a través de ellos en donde cada cambio de pantalla muestra diferentes botones y herramientas de la interfaz.
- **Alternativa 3. VI principal:** Toda la información se expone en la pantalla principal de la interfaz distribuida en un orden comprensible, mediante las herramientas que proporciona *LabView* se podrá ocultar o sobreponer elementos que resulten irrelevante en ciertas operaciones.

2.3.5 Evaluación de Alternativas

Una vez realizado el planteamiento de las alternativas de solución para el desarrollo del banco de motores tanto para la etapa de hardware y software, es necesario determinar cuáles de las opciones vistas anteriormente son posibles para realizar la implementación del mecanismo propuesto teniendo en cuenta los diferentes requerimientos de diseño, construcción e implementación, para

ello se determinan unos criterios que influirán en la evaluación de las alternativas propuestas por los autores.

Criterios de evaluación:

- **Accesibilidad:** Este criterio evalúa la facilidad de acceso a la plataforma por parte del usuario.
- **Tiempo de respuesta:** el tiempo de respuesta es fundamental para la transmisión de datos en tiempo real.
- **Consumo de recursos:** La cantidad de recursos consumidos puede afectar la transmisión de datos, debido a esto es un aspecto a tener en cuenta.
- **Calidad:** Una alta calidad de los datos hace más llamativo y preciso al sistema.

Con base en la importancia de cada criterio es asignado un valor entre 0 y 1 a cada uno, en donde el criterio con un valor más aproximado a 1 tiene mayor relevancia que el de menor valor con lo que es posible identificar la mejor alternativa en función de los criterios de mayor importancia sin dejar a un lado los de menor relevancia:

Tabla 8. Escala de Ponderación

Criterio	Peso
Accesibilidad	0,4
Tiempo de respuesta	0,9
Consumo de recursos	0,5
Calidad	0,8

Fuente: Autor

Para el diseño del banco de motores eléctricos es necesario realizar un amplio análisis de las alternativas propuestas para el funcionamiento de hardware y software, para ello se utilizó la ponderación lineal de la siguiente manera:

- **Alternativa 1.** Conexión Remota:

Tabla 9. Alternativa 1

Criterio	Peso	Alternativa 1 Web Publishing Tool	Alternativa 2 Servidor
Accesibilidad	0,4	6	3
Tiempo de respuesta	0,9	5	7
Consumo de recursos	0,5	7	5

calidad	0,8	7	7
Sumatoria		16	15,6

Fuente: Autor

- **Alternativa 2.** Transmisión de imagen en tiempo real:

Tabla 10. Alternativa 2

Criterio	Peso	Alternativa 1 Webcam en la interfaz	Alternativa 2 Webcam en código HTML	Alternativa 3 Cámara IP
Accesibilidad	0,4	10	9	4
Tiempo de respuesta	0,9	7	7	5
Consumo de recursos	0,5	4	3	3
Calidad	0,8	7	7	10
Sumatoria		17,9	17	15,6

Fuente: Autor

- **Alternativa 3.** Sistema de Navegación:

Tabla 11. Alternativa 3

Criterio	Peso	Alternativa 1 Folders	Alternativa 2 Sub VI	Alternativa 3 VI Principal
Accesibilidad	0,4	8	7	4
Tiempo de respuesta	0,9	6	5	7
Consumo de recursos	0,5	7	3	5
calidad	0,8	9	8	4
sumatoria		19,3	15,2	13,6

Fuente: Autor

2.3.6 Alternativa Seleccionada

Los autores proponen generar un prototipo denominado “**ENTRENADOR REMOTO DE MOTORES ELÉCTRICOS BASADO EN UNA PLATAFORMA WEB Y EL SOFTWARE DE PROCESOS LABVIEW PARA EL ACOMPAÑAMIENTO DE ASIGNATURAS VIRTUALES EN TECNOPARQUE – SENA**”, el cual recrea un banco de motores a escala con los motores mencionados anteriormente, el prototipo debe constar de la fase de construcción de hardware y software que se acoplen a los elementos que debemos controlar y observar, para ello se tomó en cuenta el puntaje obtenido de la evaluación de alternativas y se construyó un cuadro comparativo con el resultado de las alternativas seleccionadas con mayor puntaje.

Tabla 12. Alternativas seleccionadas

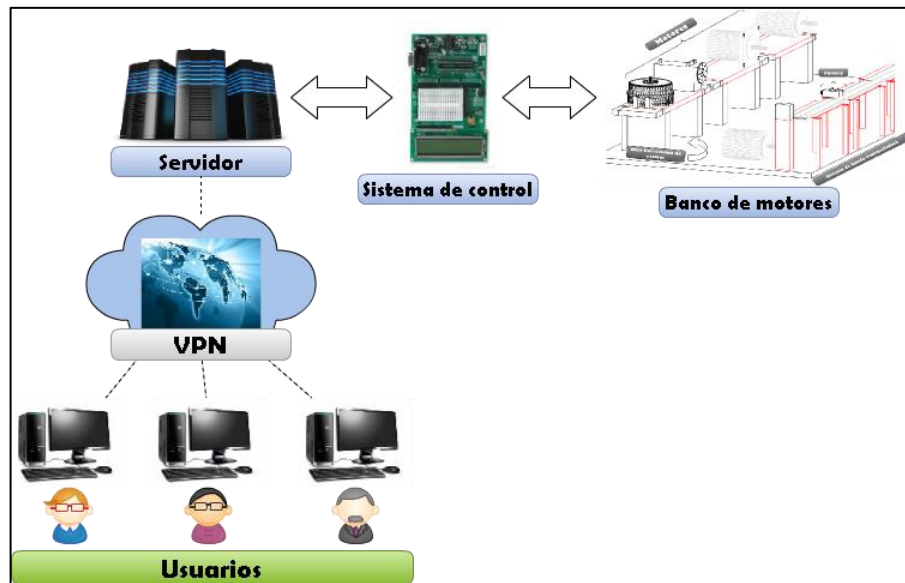
Criterio	Peso	Alternativa 1 Web publishing tool	Alternativa 1 Webcam en la interfaz	Alternativa 1 Folders
Accesibilidad	0,4	6	10	8
Tiempo de respuesta	0,9	5	7	6
Consumo de recursos	0,5	7	4	7
Calidad	0,8	7	7	9
Sumatoria		16	17,9	19,3

Fuente: Autor

- Para implementar la fase de **HARDWARE** se construirá un sistema mecánico que contara con una plataforma la cual posee los cuatro motores ubicados horizontalmente, según la investigación realizada la posición horizontal de los elementos de los bancos de motores es la más común, efectiva y sencilla de realizar.
- Para implementar la fase de **SOFTWARE** se escogió a el servidor web HAMACHI, por las ventajas observadas al momento de compararlo con otro tipo de software dedicado a la implementación de servidores web y accesos remotos, ventajas tales como transmisión de datos en tiempo real efectiva, facilidad de implementación, conexión de 2 a 6 usuarios al mismo tiempo en una red virtual, seguridad alta al momento de la transferencia de datos, el prototipo se realizará de la siguiente manera:
 - Hardware: plataforma Horizontal.
 - Servidor Web: **LogMein Hamachi**.
 - Conexión Remota: **Web Publishing Tool**.
 - Transmisión de imagen en tiempo real: Web cam en la interfaz.

- Transmisión de datos en tiempo real: PSOC **disinger** tarjeta de control CYPRESS “Requisito dado por Tecnoparque”.
- Software de programación de la plataforma: LabiView “Requisito dado por Tecnoparque”.
- Sistema de navegación: por Folders “programación interna de LabView”

Figura 14. Propuesta del laboratorio



Fuente: Autor

El objetivo es generar facilidades al momento de realizar el acoplamiento de las fases de software y hardware en el prototipo por ende la decisión de realizar el banco remoto optando por la facilidad y compatibilidad entre sistemas que brinda la alternativa escogida para cumplir con los objetivos propuestos, anexo a esto se debe integrar algunos sistemas necesarios con el fin de que el banco diseñado sea únicamente remoto, la etapa de visualización se realizara con una banda transportadora que se encargara de realiza el movimiento de la cámara web programada para alcanzar cualquiera de las coordenadas donde se encuentre el motor previamente seleccionado.

3. PLATAFORMA VIRTUAL DE PRÁCTICAS

3.1 PRACTICAS MÁS COMUNES

Dentro de la necesidad especificada por Tecnoparque no se establece el desarrollo de algún tipo de prácticas específicas que deban ser desarrolladas con los 4 motores dispuestos, es por esto que se realiza una consulta bibliográfica de diferentes guías de laboratorios de motores eléctricos con el fin de obtener un factor común de prácticas desarrolladas. A continuación, se presenta un consolidados de las diferentes fuentes consultadas:

- Laboratorios de accionamientos eléctricos, autor Luis Suarez Flores [41]:
 - Arranque en pleno voltaje.
 - Arranque a voltaje reducido.
 - Cuantificar la corriente de arranque
 - Cuantificar el par de arranque.
 - Frenado contra corriente.
 - Frenado dinámico.
 - Carga admisible por limitaciones térmicas.
- Metodología de monitoreo, detección y diagnóstico de fallos en motores asíncronos de inducción, autor Casteli Marcelo [42]:
 - Solicitaciones térmicas.
 - Solicitaciones eléctricas.
 - Solicitaciones magnéticas.
 - Solicitaciones dinámicas.
- Diseño y construcción de un banco didáctico para pruebas de motores eléctricos, autor Erick Alexander cornejo [43]:
 - Pruebas de vacío.
 - Corriente de arranque.
 - Arranque por devanado auxiliar.
 - Arranque por capacitor.
 - Arranque por capacitor permanente.
- Diseño y construcción de un banco de pruebas para caracterización de motores eléctricos monofásicos, autor Rodríguez Andrade Jonathan [11]:
 - Curvas de velocidad.
 - Frecuencia de operación.
 - Corriente nominal.
 - Potencia nominal.
 - Voltaje nominal.
 - Gráficas de voltaje contra corriente.

- Diseño y construcción de un banco de prácticas en motores eléctricos, como apoyo a la asignatura diseño de máquinas ii, autor Contreras Villamizar Eybar Farith [2]:
 - Inversión de giro.
 - Variación de velocidad.
 - Operación remota.
- Automatización de banco didáctico del laboratorio de máquinas eléctricas, autor Cáceres Chiquillo Juan José [10]:
 - Voltaje Vs torque.
 - Voltaje Vs corriente.
 - Voltaje Vs Velocidad.
 - Velocidad Vs torque.
 - Cálculo de potencia.
- Control de un servomotor, autor Piñeros Garzón Luis [13]:
 - Sentido de giro.
 - Control de posicionamiento.
- Principios básicos de la técnica de accionamiento de servomotores, autor M.pany “FESTO” [14]:
 - Regulación a la velocidad.
 - Ajustes de aceleración y desaceleración.

Una vez obtenidas las prácticas de motores más comunes, se plantean las siguientes prácticas para ser desarrolladas en el banco de motores remoto, las cuales se exponen en detalle en el Anexo A:

- Motor DC:
 - Curva de voltaje contra corriente de excitación.
 - Curva de voltaje y corriente respecto al tiempo.
 - Velocidad respecto a la variación de voltaje.
 - Calculo de potencia.
 - Inversión de giro.
- MOTOR AC:
 - Curva de voltaje contra corriente de excitación.
 - Curva de voltaje y corriente respecto al tiempo.
 - Velocidad respecto a la variación de voltaje.
 - Cálculo de potencia.
- SERVOMOTOR:
 - Graficación de formas de onda.
 - Cálculo de la potencia.
 - Voltaje contra corriente de excitación.
 - Control de operaciones.

- **MOTOR PASO A PASO:**
 - Curva de voltaje contra corriente de excitación.
 - Curva de voltaje y corriente respecto al tiempo.
 - Formas de onda.
 - Velocidad respecto a la variación de voltaje.
 - Cálculo de la potencia

La institución educativa Tecnoparque suministra al usuario las 4 guías de prácticas para cada motor (Figura 15). El documento suministrado orienta al estudiante en el desarrollo de las prácticas y le permite consignar físicamente los resultados obtenidos. El estudiante contará con el acompañamiento de un tutor quien se encargará de habilitar el servidor para el acceso remoto, encenderá el banco de motores y estará atento a resolver las inquietudes y/o inconvenientes que se le presenten al usuario durante desarrollo de las prácticas.

En la guía de laboratorio el usuario encontrará ítems en los cuales tendrá que realizar una consignación de datos y en algunos deberá dibujar las gráficas respecto a los datos que ha visto en el sistema y tendrá que compararlas con las gráficas que proporciona el entorno de desarrollo virtual.

Figura 15. Presentación del formato de prácticas de los motores.

<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-bottom: 10px;"> </div> <div style="background-color: #0056b3; color: white; padding: 5px; margin-bottom: 10px; font-weight: bold; font-size: 1.2em;"> PRACTICA N° 2 BANCO DE PRUEBAS PARA MOTOR D.C </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin-bottom: 10px;"> <p>UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA</p> <p>GUÍA DE LABORATORIO</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA</p> <p>PROGRAMA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <p>ENTRENADOR REMOTO DE MOTORES ELÉCTRICOS</p> <p>BASADO EN UNA PLATAFORMA WEB Y EL</p> <p>SOFTWARE DE PROCESOS LABVIEW PARA EL</p> <p>ACOMPAÑAMIENTO DE ASIGNATURAS VIRTUALES</p> <p>EN TECNOPARQUE – SENA</p> </div> <p style="font-size: 0.8em; margin-top: 20px;">Copyright 2017 UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA, Facultad ING MECATRÓNICA.</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-bottom: 10px;"> </div> <h2 style="margin-top: 0;">AUTORES:</h2> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <div style="width: 45%;"> <p>ALUMNO:</p> <p>JOHN SEBASTIAN BUSTAMANTE</p> <p style="font-size: 0.8em;">Aspirante al título ING MECATRÓNICA</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>ALUMNO:</p> <p>JOHN ANDERSON GALVIS</p> <p style="font-size: 0.8em;">Aspirante al título ING MECATRÓNICA</p> </div> </div> <div style="margin-top: 20px;"> <p>DIRECTOR:</p> <p>M.SC. LUIS CARLOS MENESES SILVA</p> <p style="font-size: 0.8em;">M.Sc. en Ingeniería del Mantenimiento Ingeniero en Automática Industrial</p> </div> <div style="margin-top: 20px;"> <p>TUTOR TECNOPARQUE:</p> <p>ING. NELSON GIOVANNY AGUDELO.</p> <p style="font-size: 0.8em;">Gestor del Laboratorio de Electrónica y Telecomunicaciones Tecnoparque SENA Ingeniero en Telecomunicaciones.</p> </div> <div style="margin-top: 20px;"> <p>TUTOR TECNOPARQUE:</p> <p>ING. HENRY ARIAS BERNAL</p> <p style="font-size: 0.8em;">Gestor del Laboratorio de Electrónica y Telecomunicaciones Tecnoparque SENA Ingeniero en control.</p> </div> <p style="font-size: 0.8em; margin-top: 20px;">Copyright 2017 UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA, Facultad ING MECATRÓNICA.</p>
---	--

Fuente: Autor

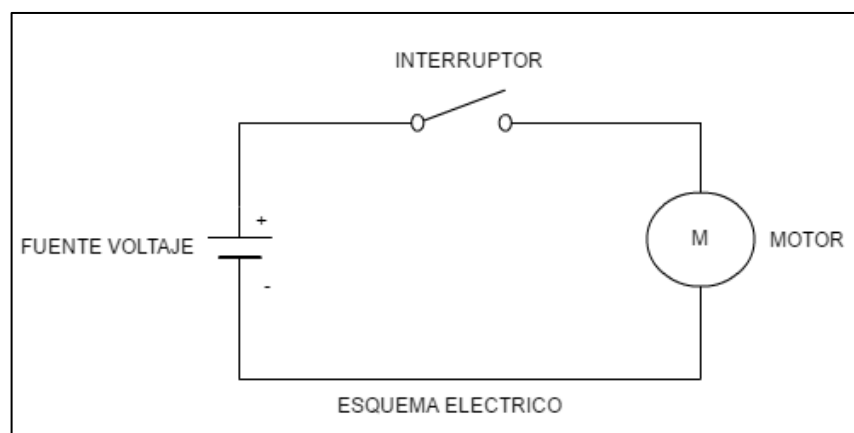
Objetivos:

- Realizar la práctica propuesta siguiendo paso a paso el procedimiento propuesto.
- Conocer y comprender el funcionamiento de un motor D.C cuando este se encuentra en vacío.
- Observar los diferentes comportamientos al momento de evaluar las variables dependientes del mismo.
- Visualizar la caracterización del motor DC al momento de realizar una marcha constante.
- Aprender la manera correcta y óptima de usar el motor D.C.

Metodología:

El usuario debe realizar el diseño esquemático del circuito básico para el accionamiento del motor (motor a utilizar), apoyándose en los componentes tales como (fuente de entrada de voltaje, motor a utilizar e interruptor normalmente abierto). Tenga presente que en el entorno de desarrollo se realizara la respectiva introducción orientada a los componentes que ofrece el aplicativo con el fin de proporcionar las herramientas adecuadas para el óptimo desarrollo de las practicas propuestas, si el procedimiento de construcción de diseño es erróneo el sistema no le permitirá acceder al entorno de desarrollo virtual propuesto y por ende no podrá dar inicio a las practicas establecidas, después de generar el diseño esquemático realizara una interacción directa con el espacio virtual y físico real donde podrá observar todo lo que el usuario desee programar guiándose de las practicas estipuladas.

Figura 16. Esquema arranque del motor.



Fuente: Autor

Para poder desarrollar de forma correcta cada una de las actividades propuestas el usuario deberá seguir uno a uno los pasos establecidos en los diferentes procedimientos desarrollados para cada actividad.

A continuación, se presenta el modelo de prácticas tomando como contenido las prácticas que pueden ser desarrolladas con el motor DC. En la sección

RESULTADOS Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO se presenta el desarrollo de estas prácticas. En el **Anexo A** se presenta la totalidad de las prácticas consideradas para los 4 motores del banco.

3.2 PRACTICAS MOTOR DC

Respecto a los resultados arrojados por el proceso investigativo se diseñó el formato de prácticas para el motor DC orientadas en las necesidades de Tecnoparque – SENA, el factor común visto en las practicas ya realizadas y algunas prácticas que los autores consideraron de vital importancia para el desarrollo del curso, la guía de prácticas para el motor Dc es la siguiente:

PRÁCTICA No. 1.

(“REALIZAR EL PROCEDIMIENTO PARA GRAFICAR LA CURVA CARACTERÍSTICA DE VOLTAJE GENERADO CONTRA CORRIENTE DE EXCITACIÓN.”)

Procedimiento.

1. Verifique los implementos necesarios para construir el circuito de arranque del motor.

Tome la fuente de voltaje y conéctela en serie con el interruptor normalmente abierto y al motor como lo muestra la (Figura 16. Esquema arranque del motor.DC.) Conecte el circuito como lo indica en la (Figura 16) y verifique por el enlace web, que el motor al ponerlo en marcha inicie a girar en cualquiera de sus dos posiciones.

2. De las opciones que le ofrece el entorno de desarrollo elija el instrumento de medición de voltaje y conéctela a la fuente del circuito, con el objetivo de verificar que la entrada de voltaje al circuito sea correcta.
3. Realice una variación de voltaje desde su punto mínimo hasta su valor máximo en la fuente de alimentación y consigne los valores así:

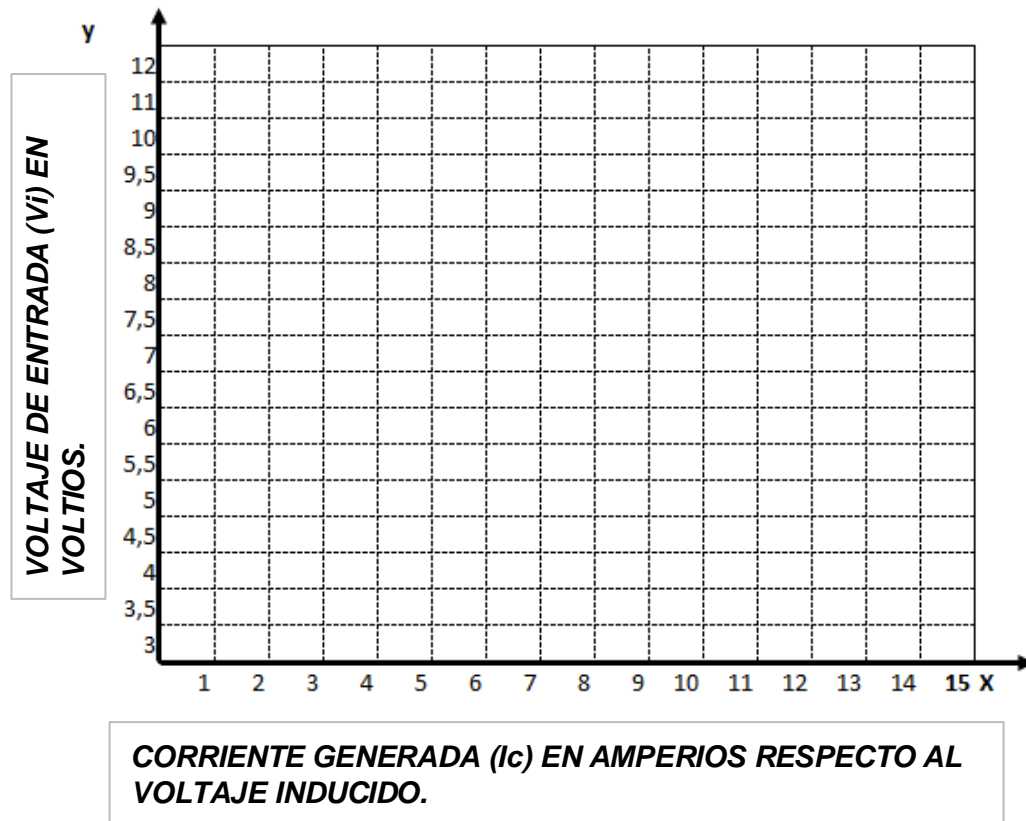
$V_{i1} =$ $V_{i2} =$ $V_{i3} =$ $V_{i4} =$ $V_{i5} =$ $V_{i6} =$

4. De las opciones que le ofrece el entorno de desarrollo elija el elemento de medición de corriente y conéctelo al motor abriendo el circuito para su lectura correcta **(desconecte el motor de una de las líneas de paso de corriente y conecte una de las puntas del amperímetro al motor y la otra a la línea de paso de corriente)** y verifique la variación de la corriente respecto a la variación de la entrada de voltaje, consigne los valores correspondientes al voltaje seleccionado.

$I_{c1} =$ $I_{c2} =$ $I_{c3} =$ $I_{c4} =$ $I_{c5} =$ $I_{c6} =$

5. Explique brevemente la respuesta de la corriente en función del aumento constante de voltaje desde su fuente de alimentación.

6. Realice la gráfica de voltaje vs el aumento de la corriente.



7. Explique brevemente lo que entendió del comportamiento de la gráfica anterior.

PRÁCTICA No 2.

("Realizar el procedimiento para graficar voltaje y corriente respecto al tiempo")

Procedimiento.

1. Verifique los implementos necesarios para construir el circuito de arranque del motor.

Tome la fuente de voltaje y conéctela en serie con el interruptor normalmente abierto y al motor como lo muestra la (Figura 16).

2. Conecte el circuito como lo indica en la (Figura 16) y verifique por el enlace web, que el motor al ponerlo en marcha inicie a girar en cualquiera de sus dos posiciones.

3. De las opciones que le ofrece el entorno de desarrollo elija el instrumento de medición de voltaje y conéctela a la fuente del circuito, con el objetivo de verificar que la entrada de voltaje al circuito sea correcta.
4. Realice una variación de voltaje desde su punto mínimo hasta su valor máximo en la fuente de alimentación, verifique que el muestreo de los datos de presenten en tiempo real y trate de realizar la variación durante un periodo de tiempo de 10 segundos por dato y consigne los valores así:

V_{i1} = **V_{i2}** = **V_{i3}** = **V_{i4}** = **V_{i5}** = **V_{i6}** =

5. De las opciones que le ofrece el entorno de desarrollo elija el elemento de medición de corriente y conéctelo al motor abriendo el circuito para su lectura correcta (***desconecte el motor de una de las líneas de paso de corriente y conecte una de las puntas del amperímetro al motor y la otra a la línea de paso de corriente***) y verifique la variación de la corriente respecto a la variación de la entrada de voltaje, consigne los valores correspondientes al voltaje seleccionados.

I_{c1} = **I_{c2}** = **I_{c3}** = **I_{c4}** = **I_{c5}** = **I_{c6}** =

6. Explique brevemente el comportamiento del voltaje respecto a la variación de los parámetros dada por usted, describa lo que observe entre el entorno de desarrollo y la planta física en tiempo real.

.....
.....
.....

7. Realice la gráfica de voltaje vs tiempo real.



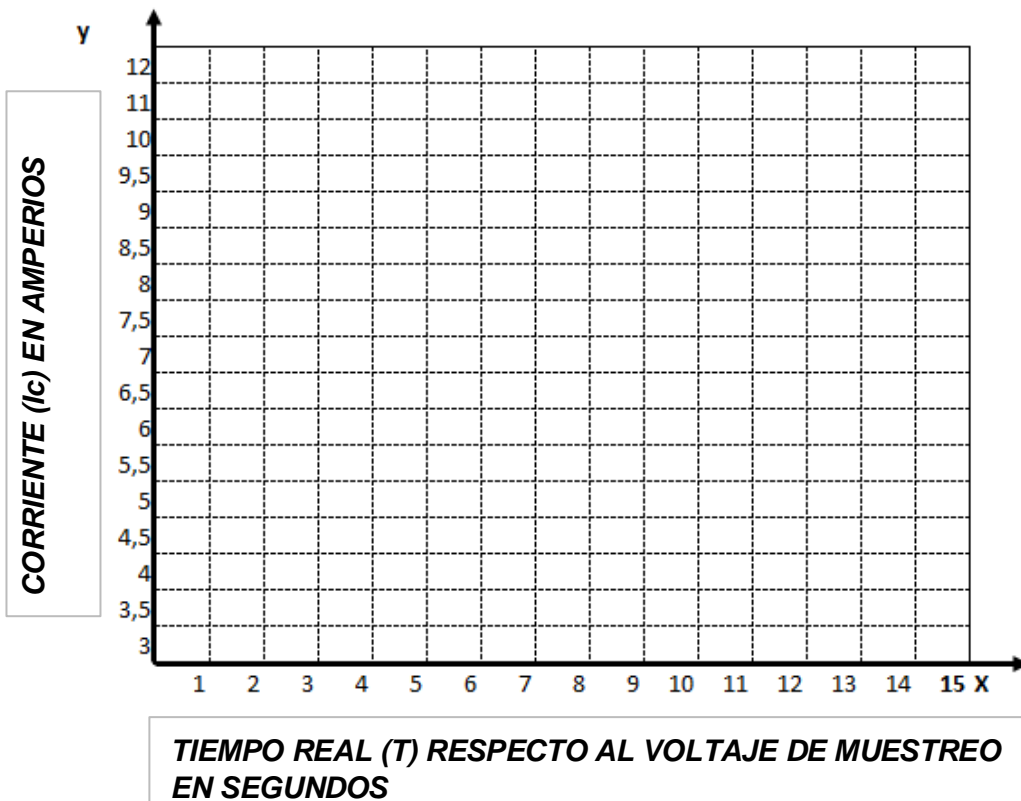
8. Explique brevemente lo que entendió del comportamiento de la gráfica anterior.

.....

.....

.....

9. Realice la gráfica de corriente vs tiempo real.



10. Explique brevemente el comportamiento de la corriente respecto a la variación de los parámetros dada por usted, describa lo que observe entre el entorno de desarrollo y la planta física en tiempo real, anexo a esto describa brevemente lo que observe en la gráfica mostrada en la plataforma.

PRÁCTICA No 3.

("Realizar el procedimiento para graficar la curva de variación de velocidad respecto a la entrada de voltaje")

Procedimiento.

1. De las opciones que le ofrece el entorno de desarrollo elija el instrumento de medición de voltaje y conéctela a la fuente del circuito, con el objetivo de verificar que la entrada de voltaje al circuito sea correcta.
2. Realice una variación de voltaje desde su punto mínimo hasta su valor máximo en la fuente de alimentación, verifique que el muestreo de los datos de presenten en tiempo real, realice

la variación de voltaje dado al menos 3 minutos de tiempo entre ellos con el fin de observar como varia la velocidad en los diferentes estados y consigne los valores así:

$V_{i1} =$ $V_{i2} =$ $V_{i3} =$ $V_{i4} =$ $V_{i5} =$ $V_{i6} =$

3. Consigne la variación de velocidad respecto a la entrada de voltaje que realizo en el punto anterior.

$Rpm1 =$ $Rpm2 =$ $Rpm3 =$ $Rpm4 =$

$Rpm5 =$ $Rpm6 =$

4. Realice la gráfica de la velocidad respecto a la variación del voltaje de entrada.



5. Explique brevemente el comportamiento de la velocidad respecto a la variación de los parámetros dados por usted, describa lo que observe entre el entorno de desarrollo y la planta física en tiempo real, anexo a esto describa brevemente lo que observe en la gráfica mostrada en la plataforma.

PRÁCTICA No 4.

(“Realizar el cálculo de la potencia y verificar los resultados en el entorno de desarrollo”)

Procedimiento.

1. De las opciones que le ofrece el entorno de desarrollo elija el instrumento de medición de voltaje y conéctela a la fuente del circuito, con el objetivo de verificar que la entrada de voltaje al circuito sea correcta.
2. De las opciones que le ofrece el entorno de desarrollo elija el elemento de medición de corriente y conéctelo al motor abriendo el circuito para su lectura correcta (**desconecte el motor de una de las líneas de paso de corriente y conecte una de las puntas del amperímetro al motor y la otra a la línea de paso de corriente**) y verifique la variación de la corriente respecto a la variación de la entrada de voltaje, consigne los valores correspondientes al voltaje seleccionados.
3. Realice una variación de voltaje desde su punto mínimo hasta su valor máximo en la fuente de alimentación, verifique que el muestreo de los datos de presenten en tiempo real y trate de realizar la variación durante un periodo de tiempo de 2 minutos por dato y consigne los valores así:

$V_{i1} =$ $V_{i2} =$ $V_{i3} =$ $V_{i4} =$ $V_{i5} =$ $V_{i6} =$

4. De las opciones que le ofrece el entorno de desarrollo elija el elemento de medición de corriente y conéctelo al motor abriendo el circuito para su lectura correcta (**desconecte el motor de una de las líneas de paso de corriente y conecte una de las puntas del amperímetro al motor y la otra a la línea de paso de corriente**) y verifique la variación de la corriente respecto a la variación de la entrada de voltaje, consigne los valores correspondientes al voltaje seleccionados.

$I_{c1} =$ $I_{c2} =$ $I_{c3} =$ $I_{c4} =$ $I_{c5} =$ $I_{c6} =$

5. Consigne los datos de la potencia calculada respecto a la entrada variable de voltaje y la corriente que genere dicho voltaje de alimentación.

$P_1 =$ $P_2 =$ $P_3 =$ $P_4 =$ $P_5 =$ $P_6 =$

PRÁCTICA No 5.

- Diseñar el circuito para realizar la inversión de giro del motor, teniendo en cuenta la construcción propuesta por los autores, interactúe con los elementos proporcionados para realizar el circuito hasta lograr que el mismo gire en sus dos sentidos.
- Visualizar, verificar y observar el óptimo funcionamiento de la inversión de giro del motor.

Procedimiento.

1. Observe detenidamente el diseño del circuito de arranque del motor, mire el recorrido que está realizando el motor e invierta el sentido de conexión del motor con el fin de generar la inversión de giro.
2. De las opciones que le ofrece el entorno de desarrollo elija el instrumento de medición de voltaje y conéctela a la fuente del circuito, con el objetivo de verificar que la entrada de voltaje al circuito sea correcta.
3. De las opciones que le ofrece el entorno de desarrollo elija el elemento de medición de corriente y conéctelo al motor abriendo el circuito para su lectura correcta (**desconecte el motor de una de las líneas de paso de corriente y conecte una de las puntas del amperímetro al motor y la otra a la línea de paso de corriente**) y verifique la variación de la corriente respecto a la variación de la entrada de voltaje, consigne los valores correspondientes al voltaje seleccionados.
4. Realice una variación de voltaje desde su punto mínimo hasta su valor máximo en la fuente de alimentación, verifique que el muestreo de los datos de presenten en tiempo real y trate de realizar la variación durante un periodo de tiempo de 2 minutos por dato y consigne los valores así:

$V_{i1} =$ $V_{i2} =$ $V_{i3} =$ $V_{i4} =$ $V_{i5} =$ $V_{i6} =$

5. Observe el comportamiento de la variación de voltaje y corriente en el sentido de giro actual y realice una comparación corta de los parámetros identificados mientras el motor gira en sentido contrario.

.....

Después de realizar una a una las actividades diseñadas para cada uno de los motores eléctricos que se encontrara en usuario en el desarrollo del curso, los autores proponen unos métodos de evaluación con el fin de verificar si la actividad fue desarrollada de manera correcta y si el usuario obtuvo conocimientos básicos respecto al tema que se trató en la implementación como tal del curso.

Evaluación:

OFERTA DE EVALUACIÓN.

- Realice un trabajo escrito, investigativo respecto a los motores A.C, donde se deberá buscar toda la información posible respecto a el motor indicado, además características principales, formas de conexiones y aplicaciones principales, tenga en cuenta que deberá regirse al formato solicitado por los autores que en este caso será IEEE “ formato ingenieril “, anexo a esto el documento será revisado y debidamente calificado por los autores, siendo 3.0 la nota requerida para aprobar el curso, de no ser así el curso realizado anteriormente no tendrá validez.

Una vez elegido el método de evaluación, realice su prueba de manera individual y a conciencia, recordando que el objetivo principal es la introducción al mundo de los motores eléctricos en este caso el motor A.C y todo lo que usted pueda aprender se deberá al empeño, dedicación y concentración que se le impartan a este curso vía online.

4. DISEÑO DEL BANCO DE MOTORES

Para el diseño del banco de motores se construyó una plataforma donde se alojaran los cuatro motores eléctricos, la cual posee un espacio considerable para alojar todas la tarjetas y drivers construidos, posee una banda transportadora que se mueve mediante un motor DC previamente programado y tiene una cámara web cuyo desplazamiento visualizara el motor que el usuario desee, anexo a esto se dispuso un espacio donde tiene alojada la tarjeta de control CYPRESS lo más cerca del computador donde se montó el servidor ya que, la comunicación entre los dos es por medio de una cable UART – USB y este no posee la longitud suficiente para poder tener una distancia considerable entre los dos. Por último, se emplearon dos tarjetas de distribución de voltaje ubicadas en la mitad del espacio disponible para el alojamiento de las tarjetas esto con el fin de poder alimentar las tarjetas con la fuente y de allí tener varios puntos de conexión de voltaje.

El prototipo de banco de motores remoto cuenta con dos fases constructivas en diseño modular-hardware y software (alternativa de solución seleccionada para la construcción del banco de motores eléctricos) que interactúan entre sí para garantizar su funcionamiento y los objetivos de aprendizaje, estas fases se implementan en las siguientes etapas:

- ✓ Fase de Hardware o laboratorio físico.
 - Motores Eléctricos.
 - Sistema mecánico y de visualización móvil.
 - Sistema eléctrico de potencia.
 - Sistema de control electrónico.
 - Sistema de instrumentación.
- ✓ Fase de Software o plataforma interactiva de acceso remoto.
 - Plataforma interactiva de acceso remoto.
 - Interfaz de interacción con el usuario para el desarrollo de las practicas diseñadas en el programa LabView.

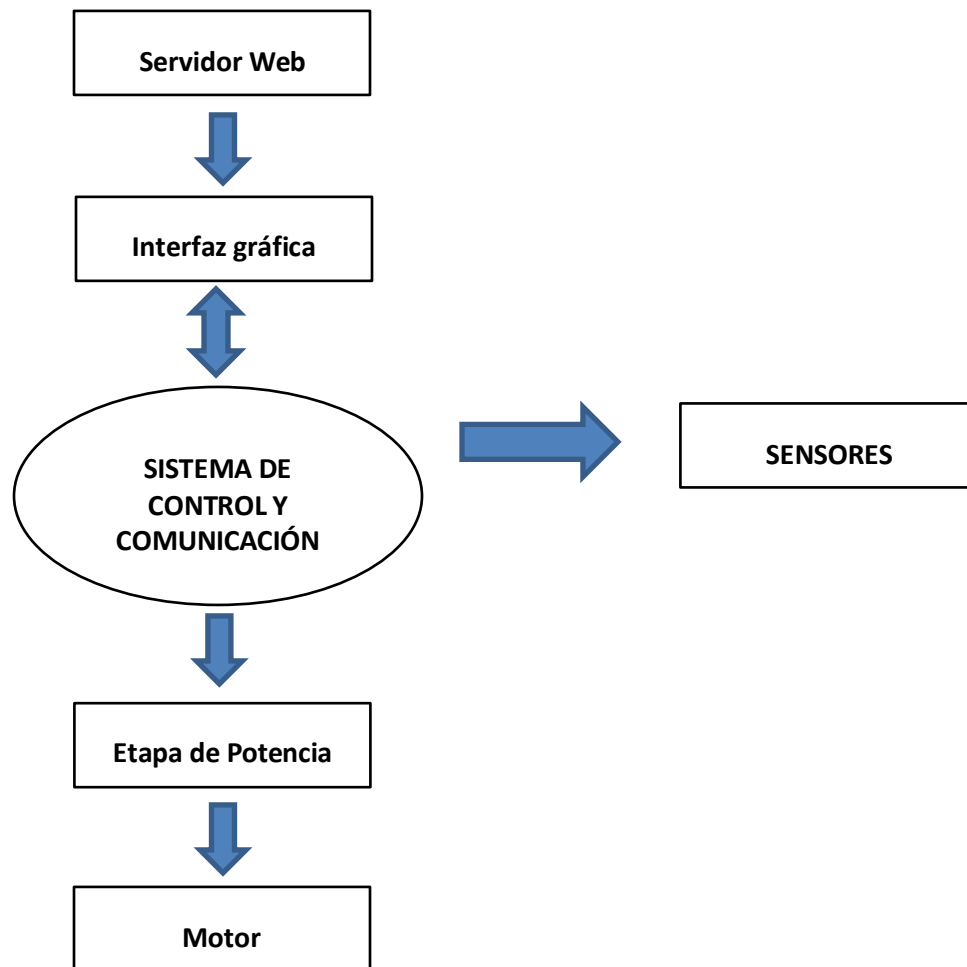
4.1 DISEÑO MODULAR DEL BANCO

El objetivo de implementar el diseño del prototipo modular radica en la necesidad de facilitar las tareas de control, reparación y mantenimiento del mismo. La utilidad de acoplar de forma modular las diferentes fases de hardware y software está en que al momento de presentarse una falla eléctrica o mecánica se puede remplazar de manera fácil y rápida, el prototipo fue construido para que todos los sistemas que lo componen sean totalmente independientes, los módulos fueron distribuidos de la siguiente manera:

- **Módulo de potencia:** distribución de los drivers de potencia y protección para cada uno de los motores, conexión alimentada independientemente y con puertos de salida dirigidos directamente al microcontrolador.

- **Módulo de control:** tarjeta de control con alimentación independiente, conexión por puerto USB a puerto UART puertos de salida conexión a los diferentes módulos requeridos.
- **Módulo de Instrumentación:** elementos de medición para la toma de datos (Sensores), alimentación independiente puertos de salida dirigidos al microcontrolador.
- **Módulo de alimentación:** tarjetas de distribución de voltaje a 5v y 12v (Voltaje utilizado en todo el prototipo), alimentación por fuente de voltaje y varias salidas del mismo.
- **Módulo de Variación de voltaje para el motor Dc:** diseño del potenciómetro digital para la variación de voltaje del motor, alimentación independiente y puertos de salida dirigidos al microcontrolador.

Figura 17. Diseño modular



Fuente: Autor

4.2 FASE DE HARDWARE

A. Motores.

El banco cuenta con un motor DC, un AC, un Paso a Paso y un Servomotor. Las características de los motores se exponen en la (Tabla 13) y ya específicos en el capítulo de equipamiento de desarrollo. Los motores son gobernados por una etapa eléctrica de potencia y una de instrumentación que permite medir las variables necesarias para el desarrollo de las prácticas de laboratorio. Estas etapas interactúan con el sistema de control electrónico que cumple la función de realizar la conexión entre el computador servidor y la etapa eléctrica de potencia, interpretando la información que el usuario indica y ejecutando las acciones deseadas en los motores. Con el fin de obtener visualización de la práctica que se está realizando, el banco cuenta con una cámara web móvil la cual enfoca el motor que es seleccionado para realizar la actividad elegida por el usuario, teniendo en cuenta que los campos de aplicación donde puede interactuar cada uno de los motores mencionados anteriormente pueden ser diferentes.

Tabla 13. Motores eléctricos del banco.

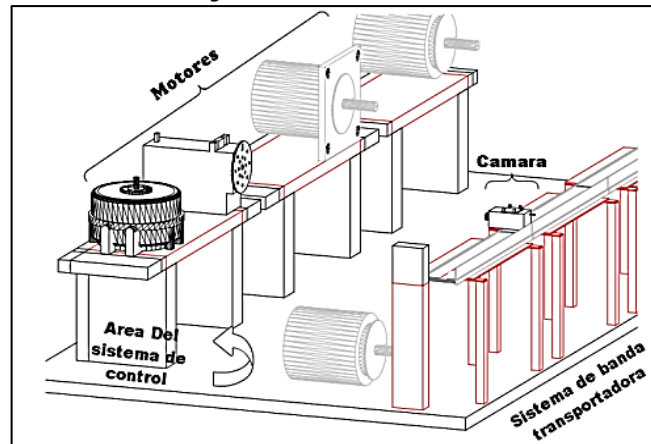
Tipo de Motor	Referencia	Voltaje (V)	Corriente (A)	Impedancia (Ohm)
Motor AC	Fasco D550	115	0.30	110
Motor DC	RS 554 SH	12	0.06	5
Servomotor	Hobbico	5	0.7	/
Motor Paso a Paso	LA23ECK-73	5.1	1.0	10

Fuente: Autor

B. Sistema Mecánico y de visualización móvil.

El prototipo mecánico mostrado en la (Figura 18) fue construido sobre una estructura base tipo Lego® “bloques plásticos interconectables” la cual soporta los cuatro motores tomando como referencia su peso y vibración, forma un espacio bajo los mismos para alojar los circuitos de potencia y el sistema de control electrónico. Frente de esta estructura se encuentra ubicada una banda transportadora que tiene como funcionalidad movilizar la cámara web que enfoca el motor con el cual el usuario está realizando la práctica. Esta cámara está conectada directamente al servidor que hospeda la interfaz desarrollada en LabView, visualizada por el usuario en el explorador web.

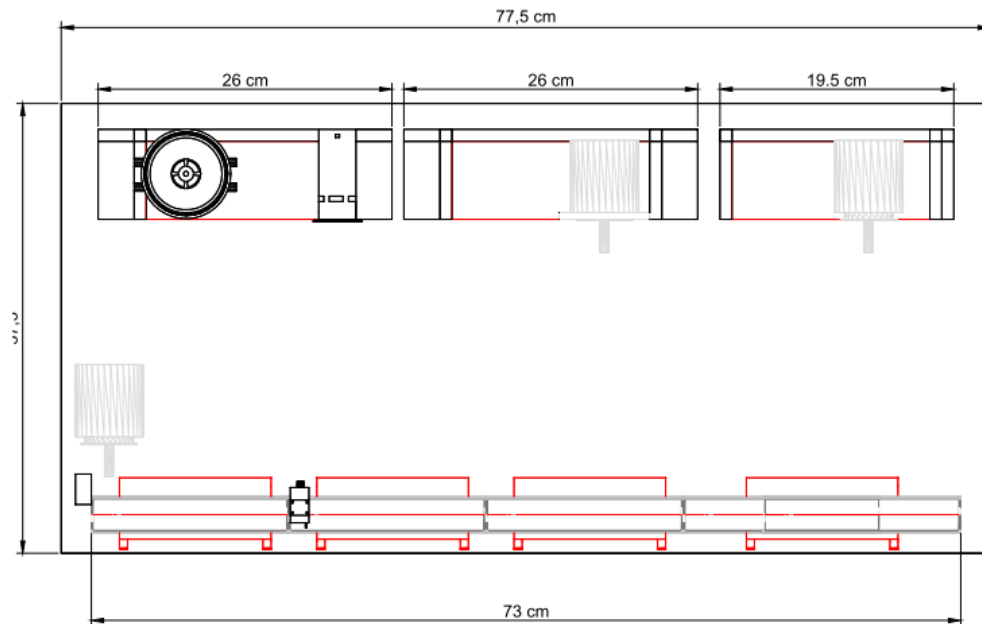
Figura 18. Banco de Motores.



Fuente: Autor

La construcción de la parte estructural del banco se realizó con énfasis a los motores a controlar ya que la actividad que realicen debe ser monitoreada y visualizada por medio de la cámara web con el fin de que el usuario pueda tener claridad de uno a uno de los movimientos del sistema, para la construcción mecánica fue necesario implementar una estructura base de dimensiones (73 cm de largo, 7.5 cm de ancho y 6 cm de altura) (Figura 19) soporte de los cuatro motores teniendo en cuenta el peso y la vibración de cada uno de los mismo.

Figura 19. Dimensiones del Banco de Motores.



Fuente: Autor

Para el sistema de visualización se implementa una banda transportadora que consta de un juego de piñones accionados mediante un motor DC previamente programado, la banda tiene una longitud de (73 cm), la cámara web se desplaza respecto a las coordenadas asignadas por el usuario, el motor posee la inversión de giro lo cual permitirá a la banda transportadora se dirija a cualquier punto desde una coordenada inicial por ende al cambiar de practica esta se ubicara en su punto de origen y de allí se desplazara al punto indicado.

Para el alojamiento de las tarjetas de control y drivers de los motores se dispuso un espacio de dimensiones (77,5 cm de largo y 27,5 cm de ancho) con el fin de realizar el tablero electrónico modular, todo lo que tenga que ver con el sistema de control electrónico y de potencia estará ubicado en la misma locación, esto genera facilidades al momento de suplir fallas, realizar mejoras o tareas de control y mantenimiento de dicho sistema.

Figura 20. Banco de Motores Real



Fuente: Autor

Teniendo en cuenta que se busca la visualización en tiempo real el banco remoto incluye una cámara web conectada al PC en donde está instalado el software LabView. La cámara se encuentra montada en una banda transportadora, la cual se posiciona por medio de un motor DC, para enfocar al motor con el cual el usuario realizará las prácticas. El motor paso a paso que posiciona la banda transportadora es controlado por el circuito de control y recibe la referencia de posicionamiento desde la aplicación desarrollada en LabView.

Figura 21. Cámara Web

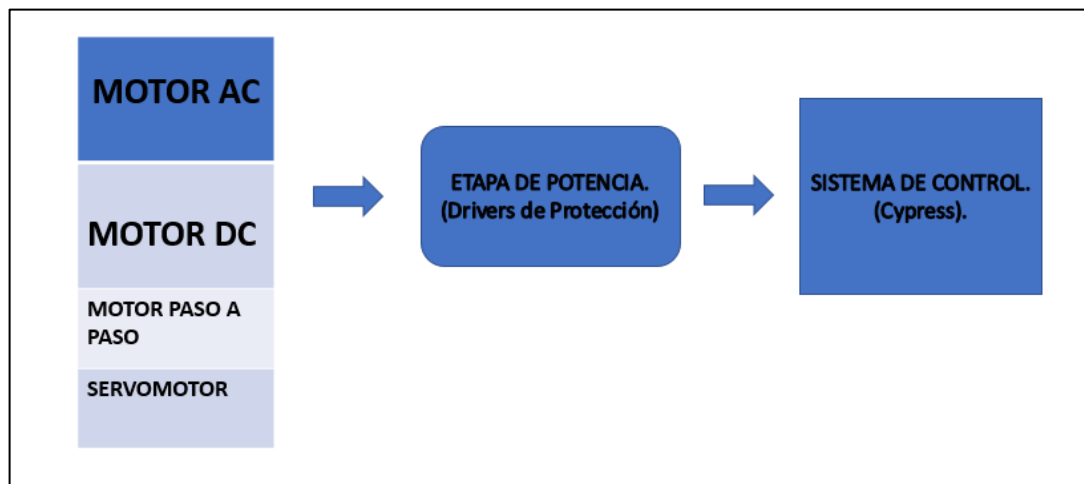


Fuente: Autor

5. SISTEMA ELÉCTRICO DE POTENCIA

La etapa de potencia se compone de los drivers de control de los 4 motores considerados en el banco de motores. El diseño de las PCB del sistema de potencia se realizó en el software **Altium** bajo una concepción doble capa y de estructura modular que facilita el reemplazo de las tarjetas electrónicas en caso de fallo. Cada driver es una PCB independiente que incorpora un conector puente que facilita su rápida instalación y reemplazo.

Figura 22. Esquema drivers de potencia



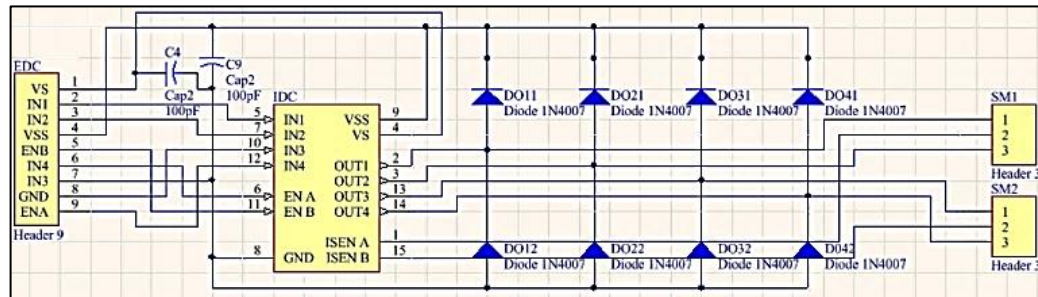
Fuente: Autor

5.1 PROCESO DE CONSTRUCCIÓN

El proceso de construcción de las tarjetas de control, potencia e instrumentación se realiza en las siguientes fases:

- **Fase 1:** Se diseña el esquemático del circuito ya probado en protoboard, donde se elige los componentes que hacen parte del montaje y se conectan respecto a las características técnicas de cada uno verificando que la funcionalidad de cada uno de los pines esté conectada de manera correcta de igual manera las entradas de voltaje y la puesta a tierra.

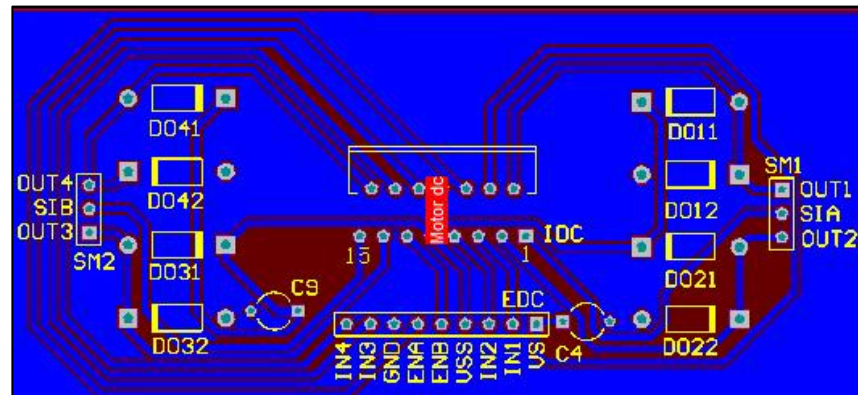
Figura 23. Diseño circuital del driver del motor DC.



Fuente: Autor

- **Fase 2:** Una vez diseñado correctamente el esquemático se desplaza a la opción **ROOM LOCKED** “predeterminado = inhabilitado” donde se da inicio a la construcción de la PCB en esta ventana aparecen todos los componentes necesarios para el desarrollo de la tarjeta, pero de manera desorganizada y conectados por pequeños hilos donde se debe organizar para que las pistas tengan la distribución optima en el diseño y se ajusten a las reglas o parámetros de requeridos por el programa, hasta que los componentes no se ubiquen de manera correcta no permite continuar con el proceso de construcción.

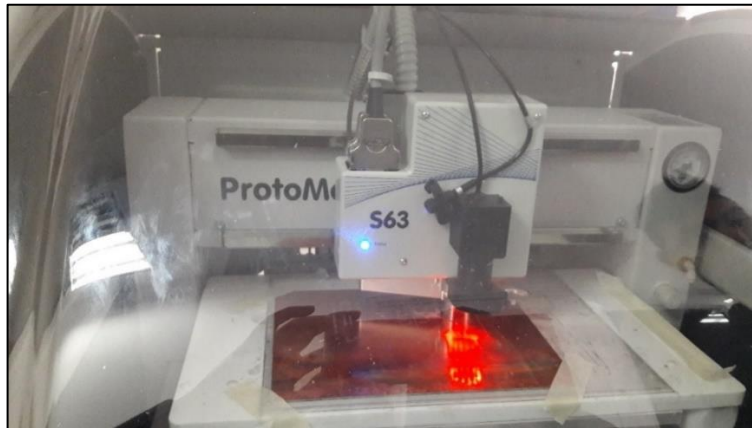
Figura 24. Diseño del Drivers para el motor DC



Fuente: Elaboración propia.

- **Fase 3:** Completando la PCB el programa por medio de comando específicos genera los **GERBER** “archivo de perforación” para hacer los huecos y las pistas de los prototipos PCB, se realizan utilizando la maquina **Protomat S63 (CNC)** “Control numérico computarizado” de la empresa **LPKF Laser & Electronics (LPKF Laser & Electronics)**, que se encarga de perforar la vácuela por medio de un motor paso a paso ubicado en su eje X y otro motor de las mismas características ubicado en su eje Y.

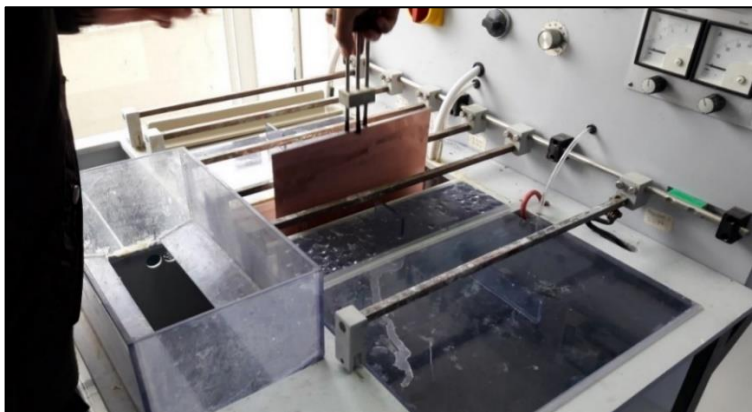
Figura 25. Protomat S63



Fuente: Autor

- **Fase 4:** Una vez terminado el proceso de la maquina se realiza el proceso de galvanizado para que las perforaciones permitan la conducción de energía entre sus dos capas también para que los PAD se puedan soldar y poder darle continuidad a los puntos de conexión entre los diferentes elementos además de esto para que en el proceso de pintado no afecte la conducción de los mismos, la eliminación del estaño sobrante se realiza con la maquina **Protomat S63**. Finalmente, se aplica de forma manual el **antisolder** el cual aísla las pistas y evita la oxidación.

Figura 26. Proceso de galvanizado



Fuente: Autor

- **Fase 5:** Al momento de que ALTIUM genera los GERBER esto también pueden utilizarse para generar los FOTOLITOS “tipografía de la PCB sobre una película transparente” para grabar los indicadores de los diferentes componentes del impreso al momento de aplicar la pintura

y para finalizar con el proceso de construcción de las diferentes tarjetas diseñadas para la etapa de potencia del proyecto se introdujo la váquela al horno para que la pintura se adhiera de manera correcta y así poder seccionarla.

5.2 ETAPA DE CONTROL MOTORES ELÉCTRICOS

Para el **motor DC** y **motor PASO A PASO** se implementa una tarjeta de potencia con un integrado L298 y diodos de protección que evita que el microcontrolador sufra daños a raíz de picos de corriente, el L298 tiene dos canales de puente H “módulo de inversión de giro para el motor DC y frenado” para el motor paso a paso se aplica una tensión positiva a los terminales del motor a través del integrado teniendo en cuenta el orden de la (Tabla 14) este girará en sentido horario, si se realiza cada paso de la tabla en orden invertido, el motor realizará el giro en sentido anti-horario ya que, en el desarrollo de las practicas es necesario visualizar la inversión de giro para verificar el comportamiento del mismo y este circuito puede ser utilizado para dar solución a los requerimientos mencionados anteriormente.

Tabla 14. secuencia del motor paso a paso

PASO	TERMINALES			
	A	B	C	D
1	+V	-V	+V	-V
2	+V	-V	-V	+V
4	-V	+V	-V	+V
5	-V	+V	+V	-V

Adaptado de: www.todorobot.com

Tabla 15. Características del integrado L298

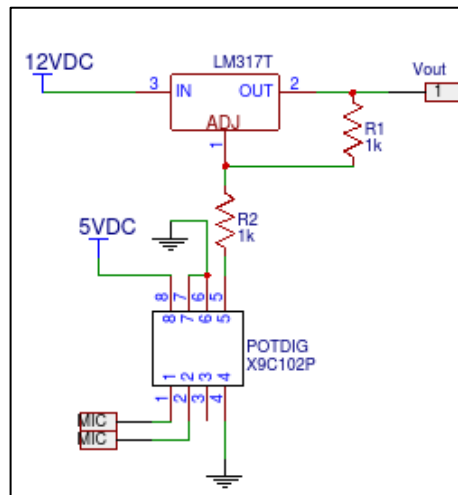
PUENTE H L298			
CLASIFICACIÓN	SÍMBOLO	VALOR	UNIDAD
Suministro de poder	Vs	50	V
Suministro lógico de voltaje	Vss	7	V
Entrada de habilitación de voltaje	Vi, Vm	desde menos 0.3 a 7	V
Pico de corriente de salida (cada canal)	Io	3	Amp
Repetitivo (t = 100µs)	Io	2.5	Amp
Repetido no (80% -20% de descuento en; en = 10 ms)	Io	2	Amp
DC Operación	Io	2	Amp

Detección de voltaje	Vmax	desde menos 1 hast 2.3	V
Potencia total de disipación	Pwt	25	W

Adaptado de: <http://www.st.com/web/en/resource/technical/document/datasheet/CD00000240.pdf>.

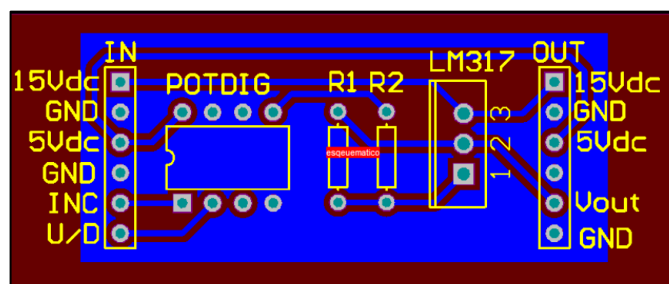
Para realizar la variación de voltaje para el **motor DC** se diseña un circuito electrónico con un potenciómetro digital de referencia (X9C102P) y un integrado (LM317) “regulador de tensión ajustable” con el objetivo de realizar la variación de la resistividad del circuito de potencia, por ende la salida de voltaje del circuito del potenciómetro digital se conecta a la entrada de voltaje de la tarjeta de potencia para realizar el control de voltaje de alimentación y de trabajo del motor siendo directamente proporcionales.

Figura 27. Diseño circuital del Potenciómetro digital



Fuente: Elaboración propia.

Figura 28. PCB del potenciómetro digital.



Fuente: Elaboración propia.

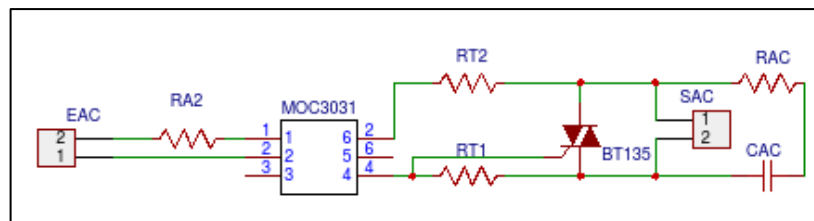
- Para el **motor AC** se implementa un circuito con un TRIAC de referencia BT135 que es un artefacto semiconductor con tres terminales (ánodo 1, ánodo 2 y gate), operacionalmente controla el flujo de corriente a una carga y se implementa como un interruptor que realiza conmutación en corriente alterna, en el prototipo diseñado cumple la función de recorta la señal de alimentación del motor, lo que permite que el mismo aumente o reduzca su velocidad.

Tabla 16. Especificaciones del BT135

TRIAC BT135			
CLASIFICACIÓN	SIMBOLO	VALOR	UNIDAD
Corriente de encendido medio nomina	Ic	25	Amp
Corriente máxima de disparo de puerta	Ig	10	mAmp
Tensión máxima de disparo de puerta	Vc	1.5	V
Corriente máxima de retención	Ir	10	mAmp
Temperatura de funcionamiento mínima	C°	-40	grados
Temperatura de funcionamiento máxima	C°	125	grados
Tensión inversa de pico Repetitiva	VDrm	600	V

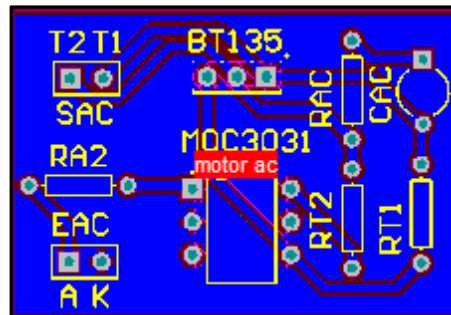
Adaptado de: <http://www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=BT135>.

Figura 29. Diseño Circuitual Driver del motor AC



Fuente: Elaboración propia.

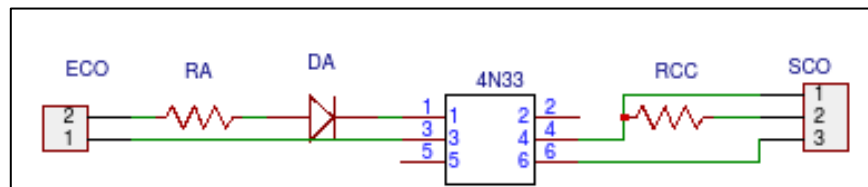
Figura 30. Diseño en Altium del Driver para el motor Ac



Fuente: Elaboración propia.

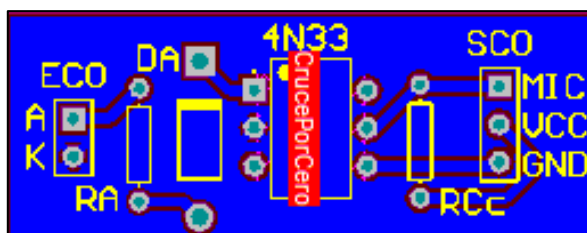
Se implementa el circuito de cruce por cero, con el fin de generar una variación óptima del voltaje de trabajo del motor para observar el comportamiento de las variables dependientes de la entrada de voltaje tales como la corriente, el voltaje, la velocidad y la potencia.

Figura 31. Diseño circuital del Cruce por cero



Fuente: Elaboración propia.

Figura 32. Diseño en Altium del cruce por cero para el motor Ac



Fuente: Elaboración propia.

Cada vez que la señal realiza un cruce por cero el microcontrolador envía un pulso de activación al triac, y cada vez que se envía un pulso la señal se sincroniza con la señal del motor y dependiendo del retraso que se le asigne al pulso el motor se energiza recortando la señal senoidal y reduciendo o aumentando el voltaje RMS.

- Para el **SERVOMOTOR** se realiza un circuito de potencia con un transistor de referencia (2n3904) configuración corte y saturación el cual conmuta respecto al flujo de corriente al

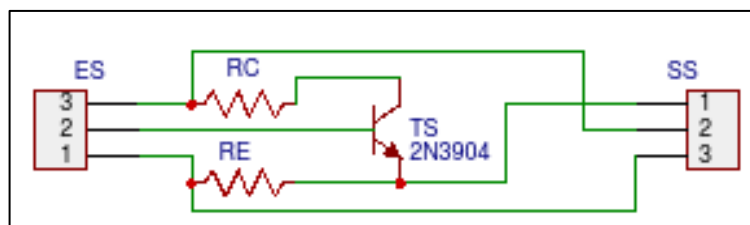
momento de la activación del servo, el transistor garantiza la señal de control y evita el contra flujo de corrientes.

Tabla 17. Transistor 2N3904

TRANSISTOR 2N3904			
CLASIFICACIÓN	SIMBOLO	VALOR	UNIDAD
Colector - emisor de voltaje	Vceo	40	Vdc
Colector - base de voltaje	Vcbo	60	Vdc
Emisor - base de voltaje	Vcbo	6.0	Vdc
Corriente de colector continua	Ic	200	mAdc
Disipación total del dispositivo TA= 25° C	Pd	625 5.0	mW/c°
Disipación total del dispositivo T= 25° C	Pd	1.5 12	Watts
Funcionamiento y almacenamiento Junction Rango de temperatura	Tj Tsgt	de menos 55 a más 150 grados	C°

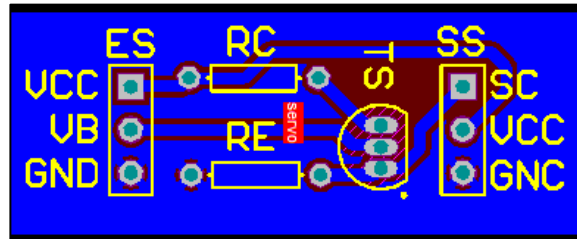
Adaptado de: (<http://www.soloelectronica.net/PDF/2N3904.pdf>)

Figura 33. Diseño circuital del Driver del servomotor



Fuente: Elaboración propia.

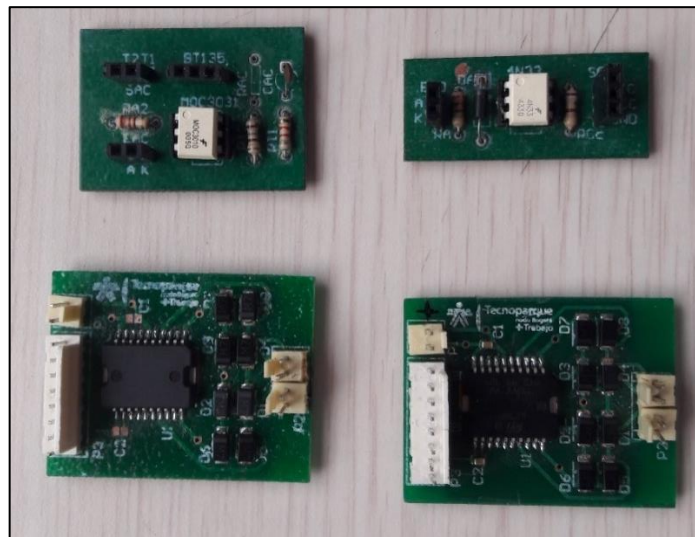
Figura 34. Diseño en Altium del Driver para el Servomotor.



Fuente: Elaboración propia.

Una vez culminado el proceso de fabricación se verifica que las pistas tengan continuidad y que estén hechas de forma correcta para así ubicar los integrados y demás materiales del circuito, se realiza el proceso de soldadura de la tarjeta y se hacen pruebas eléctricas con el fin de identificar su funcionamiento.

Figura 35. Drivers de potencia

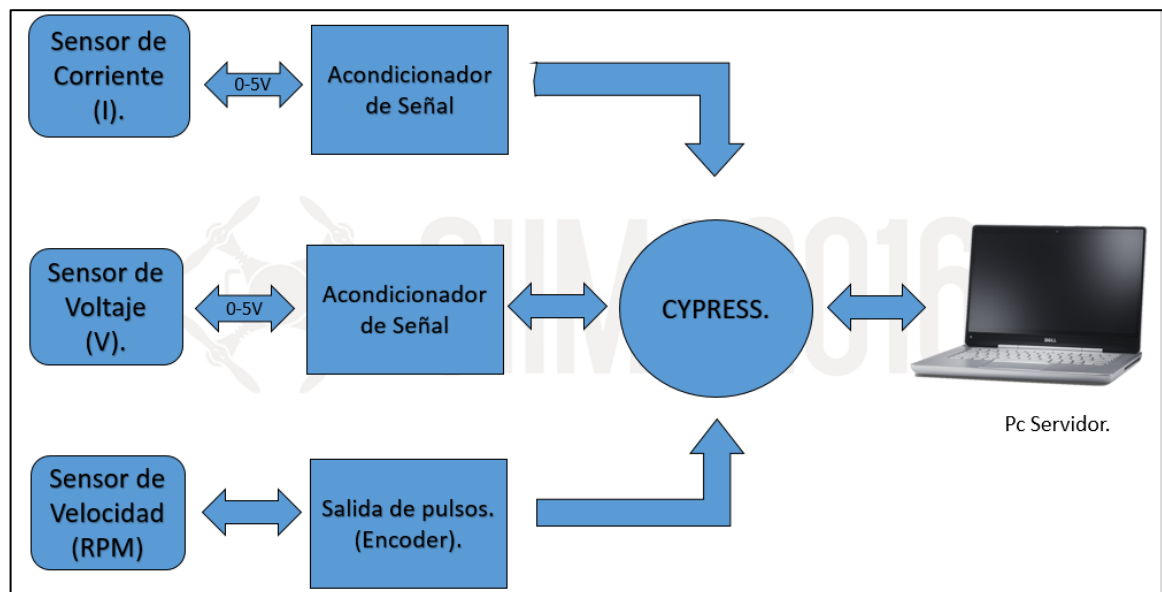


Fuente: Autor

6. SISTEMA DE INSTRUMENTACIÓN

Los sensores incluidos en la construcción del mecanismo realizan actividades tales como; la toma de datos de diferentes variables dependientes del prototipo como tal, es indispensable realizar la integración correcta de los sensores necesarios para realizar la interacción entre el usuario y el prototipo, como se expuso en el diseño de las prácticas de motores es necesario medir ciertos parámetros tales como velocidad, voltaje y corriente ya que, la variación de esos parámetros son indispensables para poder visualizar el comportamiento y funcionalidad de cada uno de los motores implementados.

Figura 36. Esquema de instrumentación "Sensórica"



Fuente: Autor

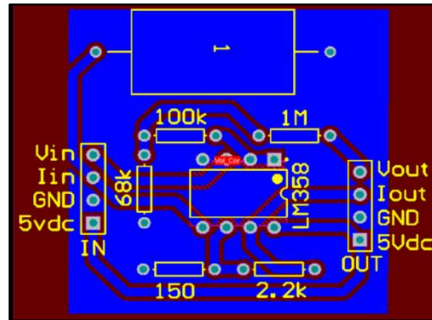
El sistema de instrumentación se compone de diferentes circuitos que realizan la medición de diferentes variables de los motores tales como:

6.1 SENSORES DE CORRIENTE

Para la medición de corriente del **MOTOR DC, PASO A PASO Y SERVOMOTOR** los sensores se componen de un resistor de 1Ω de 5W conectado en serie con el motor y dirigido a la tierra del circuito de potencia. El voltaje generado en la resistencia se acondiciona a un rango de 0-5V usando un amplificador operacional de referencia (LM358) en configuración no inversor, señal que es

captada por la tarjeta Cypress y posteriormente enviada a la aplicación desarrollada en LabView donde el software procesa los datos y visualiza la medición.

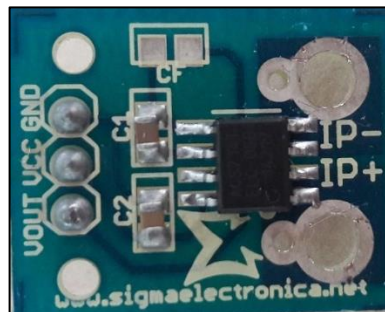
Figura 37. PCB del sensor de corriente



Fuente: Elaboración propia.

Para la medición de corriente del **MOTOR AC**, es usado el sensor de corriente de efecto Hall ACS714 de referencia ACS714ELCTR-05B-T el cual tiene una sensibilidad de 100mV/A y operación lineal con un rango de $\pm 20A$. El sensor es instalado al motor en conexión en serie con una de las fases de alimentación del mismo. La salida de voltaje es enviada al microcontrolador en donde se realiza la conversión para posteriormente enviarla a la aplicación desarrollada en LabView.

Figura 38. Sensor efecto hall



Fuente: Autor

Tabla 18 Características del sensor efecto halla

SENSOR ACS714			
CLASIFICACIÓN	SIMBOLO	VALOR	UNIDAD
Voltaje de Alimentación	Vcc	4.5 a 5.5	V
Corriente de Alimentación	Icc	10 a 13	mA
Temperatura	Ta	menos 40 a 85	C°
Sensibilidad	V	180 a 190	mV / Amp

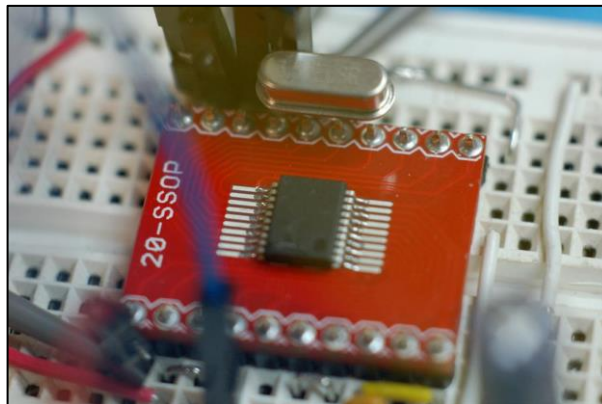
Adaptado de: https://www.pololu.com/file/download/ACS714.pdf?file_id=0J96

6.2 SENSOR DE VOLTAJE

Para la medición de voltaje del **MOTOR DC, PASO A PASO Y SERVOMOTOR**, es utilizado el mismo integrado de lectura de corriente, el amplificador es un seguidor de voltaje donde la salida del seguidor está conectada a un divisor de voltaje, el divisor adecua la señal con el fin de que la misma este en un rango de 0 a 5v, la señal es captada por el microcontrolador y es enviada a la aplicación LabView para poder visualizarla.

Para el **MOTOR AC** se realiza la configuración de la lectura del voltaje **RMS** por medio del integrado (ADE7763ARS7) de características de 16 bits, con sensor de temperatura, procesamiento de señales, mediciones de energía activa y aparente, mediciones de periodo y cálculo RMS en la tensión, el integrado lee el valor de voltaje y envía el dato al microcontrolador para ser visualizados.

Figura 39.integrado ADE7763



Fuente: MÓDULO DE SENSOR DE VOLTAJE: <http://edycube.blog2.fc2.com/blog-category-21.html>

Tabla 19 Sensor ADE7763

SENSOR ADE7763			
CLASIFICACIÓN	SIMBOLO	VALOR	UNIDAD
Voltaje de Alimentación	Vcc	4.5 a 5.5	V
Corriente de Alimentación	Icc	10 a 13	mA
Temperatura	Tmax	menos 40 a 85	C°
Sensibilidad	V	180 a 190	mV / Amp

Adaptado de: <http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/515800/AD/ADE7763ARSZ.html>

6.3 SENSOR DE VELOCIDAD

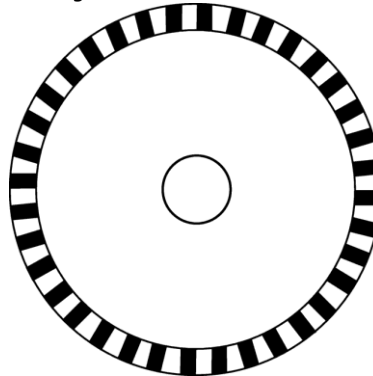
- **Encoder:** son dispositivos electrónicos que miden la velocidad de un motor, mediante un sensor óptico y un disco especial. Existen dos tipos de *Encoder* el incremental y el absoluto, en la (Figura 40). se aprecia el disco incremental donde el sensor óptico envía unos pulsos por cada salto de blanco al negro, este sensor es un Omron EE-SB5 cuyas características las podemos apreciar en la (Tabla 20), el microcontrolador se programa para que identifique las revoluciones por minuto y de esta manera identificar la velocidad de los motores mediante la interfaz gráfica.

Tabla 20. características del sensor EE-SB5 (-B)

SENSOR INFRAROJO EE-SB5 (-B)			
CLASIFICACIÓN	SIMBOLO	VALOR	UNIDAD
Voltaje	Vf	1.2 a 1.5 V	V
Corriente	Io	1 mAmp	Amp
Refracción	%	90%	%
Longitud de onda	nm	940	nm
Corriente de Colector	Ic	20	Ma
Temperatura de almacenamiento	Tj (max)	25	C°
Voltaje Emisor-Colector	Vceo	30	V

Adaptado de: https://www.omron.com/ecb/products/photo/33/ee_sb5.html

Figura 40. Disco Incremental

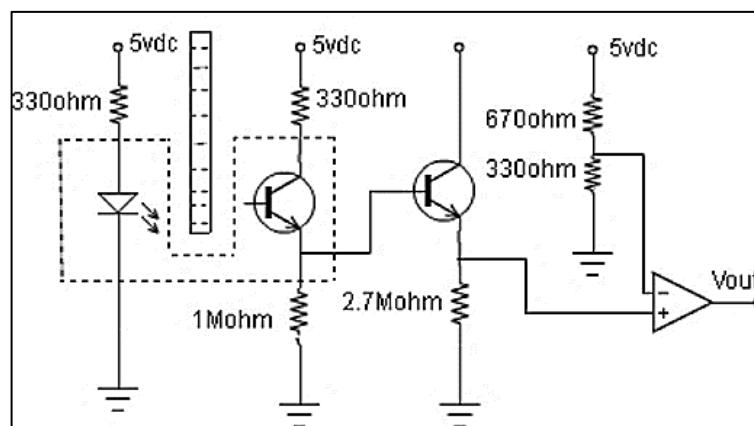


Fuente: autor

Cada sensor de velocidad consta de un Optoacoplador infrarrojo en U de referencia H12A5S con ranura 5 mm el cual se adapta a un Encoder de 16 huecos, como el mostrado en la (Figura 40). Para determinar la velocidad se establece una ventana de lectura de pulsos de 10ms los cuales son enviados al microcontrolador en donde se realiza el cálculo de velocidad de acuerdo a la fórmula (2). (La Figura 41) expone el diseño circuitual del sensor de velocidad. El funcionamiento de este dispositivo es muy sencillo: Cuando el receptor se activa con luz se comporta prácticamente como un corto y cuando está inactivo se comporta como circuito abierto cayendo todo el voltaje en él.

Cuando hay un corte de luz el fototransistor entra en corte obligando al segundo transistor a entrar en saturación cayendo el voltaje a 0.2 V aproximadamente. Esta señal entra al **Trigger** inversor que evita problemas de ruido en el micro, procesa la señal y la transforma en un 1 lógico hacia el microcontrolador. Cuando hay luz en la base del fototransistor este entra en actividad y su voltaje de colector emisor cae cerca al voltaje de saturación. Este voltaje hace entrar en corte al segundo transistor (5 V en colector emisor aproximadamente). Esta señal pasa por el **Smith Trigger** inversor y proporciona un 0 lógico hacia el microcontrolador.

Figura 41. Sistema de Medición Optoacoplador



Fuente: Elaboración propia.

Para el cálculo de velocidad de motor de acuerdo a un Encoder de HE huecos, se aplica la siguiente fórmula.

$$RPM = \frac{60000ms * C}{t * HE} \quad (2)$$

Donde,

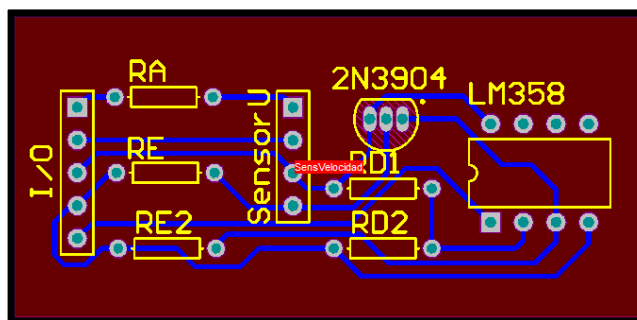
C = Conteo de pulsos

t = Ventana de tiempo en ms.

HE = Número de huecos del Encoder.

Se realizó el diseño de las tarjetas que complementan los sensores en **ALTIIUM**, anexo a esto se utilizó un amplificador operacional **LM358** con el fin de realizar un acondicionamiento para la señal proveniente del Optoacoplador infrarrojo.

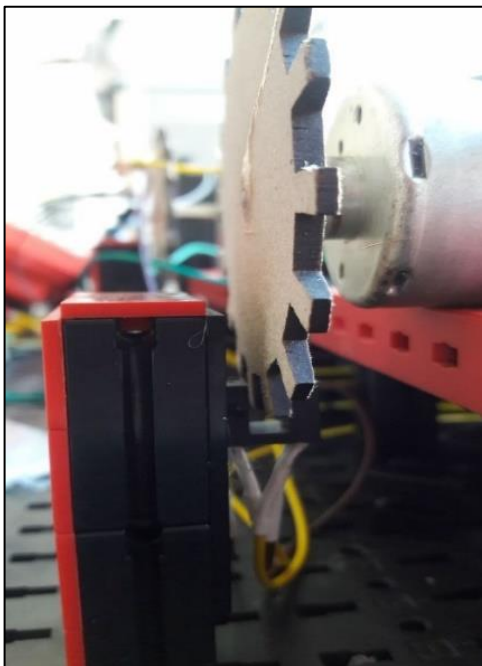
Figura 42. Diseño del Impreso en Altium



Fuente: Elaboración propia

Una vez diseñada la tarjeta para el Optoacoplador es necesario realizar el proceso de soldadura y verificar si efectivamente el diseño es correcto, además de esto una vez soldados los componentes es necesario verificar la continuidad entre puntos y las puestas a tierra.

Figura 43. Encoder



Fuente: Autor

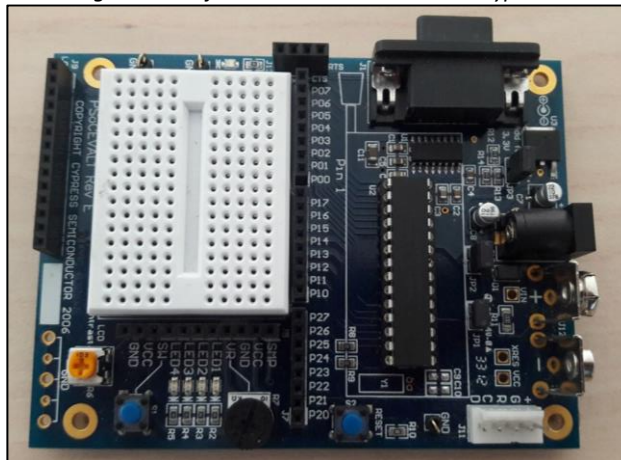
7. SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO

7.1 TARJETA PSOC MICROCONTROLADOR CYPRESS

Este sistema cuenta con una tarjeta de desarrollo Cypress de referencia CY8C29466 de la familia de **PSOC DESIGNER** de la familia Chip-ON programable, PSOC trabaja con un bloques análogos y digitales configurables, interconexiones programables y varios puertos ANALOGOS / DIGITAL. La construcción del software se realiza en lenguaje C ++ donde la arquitectura permite al programador crear configuraciones periféricas personalizadas en aplicaciones individuales, Cypress tiene una capacidad de procesamiento de información de **8 bits**, una unidad de procesamiento (CPU), memoria flash de programa, datos SRAM, y entradas / salidas configurables, como se muestra en la (Tabla 5)

El sistema de control procesa las señales provenientes del sistema de instrumentación y controla las etapas de potencia de los motores. La tarjeta se comunica con el computador y el software LabView por comunicación serial con protocolo UART y una capa física RS232-USB. En la (Figura 44)se observa el sistema de control electrónico y la tarjeta Cypress instalados bajo la estructura mecánica que soporta los motores eléctricos.

Figura 44. Tarjeta PSOC microcontrolador Cypress.



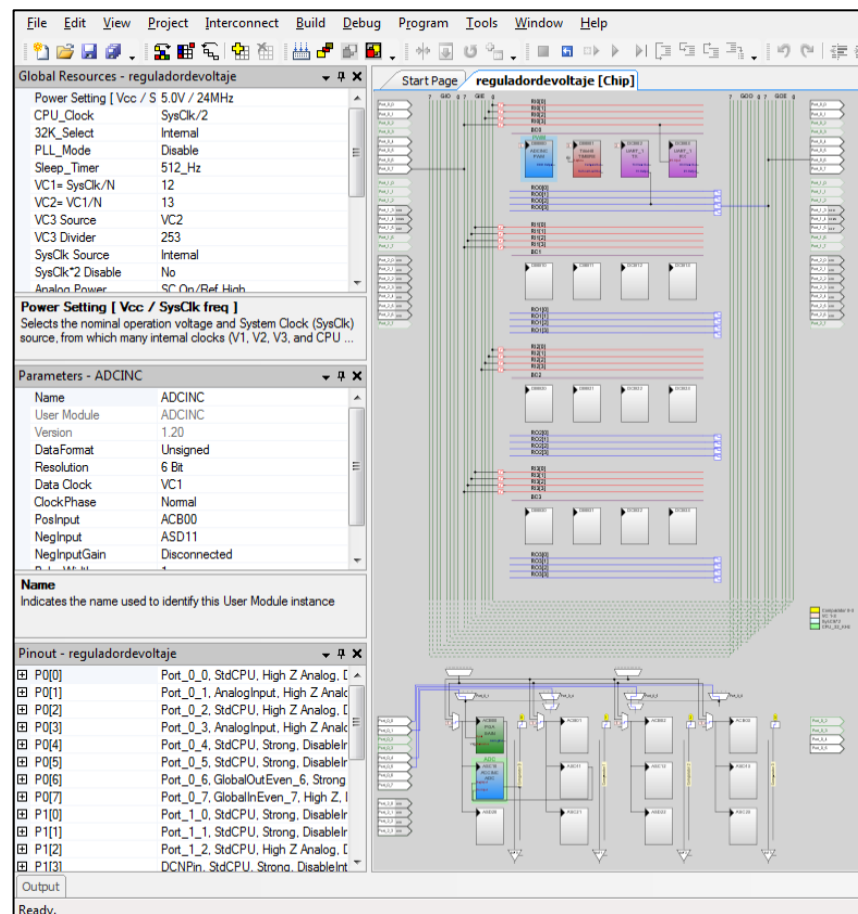
Fuente: Autor

Para realizar la construcción del programa para del banco de motores, es necesario suplir las necesidades de diseño se debe configurar los bloques de Cypress que podrán cumplir con los requerimientos de control con el objetivo de que la funcionalidad del banco sea versátil y consuma la menor cantidad de recursos computacionales posible esto ayuda a que el programa responda de manera más eficiente ante cualquier solicitud enviada por el usuario, para esto se configuran los siguientes bloques:

- Conversor Análogo a Digital, es el encargado de leer las entradas de voltaje y corriente provenientes de los sensores.
- Módulos UART, se encarga de transmisión de dato desde los diferentes sistemas al computador.
- Contador y Temporizador, encargados de determinar las RPM “revoluciones por minuto” de los motores a trabajar.
- Módulos led, que transmiten niveles lógicos de voltaje encargados de energizar los pines que se dirigen a los drivers para realizar el control.

La plataforma del microcontrolador CYPRESS ofrece diferentes lenguajes para ser programada entre ellos esta ***ladder*** y ***C++*** donde puede ser desarrollado el programa en el API (interfaz de programación de aplicaciones), el lenguaje seleccionado para realizar el cuerpo del programa es ***C++*** (Figura 45).

Figura 45.Cypress.



Fuente: Autor

7.2 INTEGRACIÓN ENTRE SISTEMAS

La etapa de potencia y el sistema de instrumentación deben recibir o enviar señales al sistema de control para realizar esta actividad el microcontrolador ofrece 24 puertos de entrada y salida entre analógicos y digitales, evaluando todos sistemas de conexión se necesitan 32 pines que permitirán el funcionamiento total de los circuitos utilizados en el sistema electrónico, para poder suplir la necesidad evidenciada se implementó un expensor de puertos digitales de referencia (PCF8574P) “expansor de 8 bits I/O, para buses de I2C. Tiene bajo consumo de potencia e incluye puertos de salida con capacidad de manejo de leds, tiene una señal de interrupción que informa al microcontrolador si se está recibiendo información en sus puertos sin necesidad de comunicarse vía I2C (Según fabricante)” que utiliza 2 bits de la tarjeta de control para la comunicación con el mismo teniendo así 32 puertos de entrada y salida Analógicos/digitales de los cuales se utilizan 30 puertos.

Figura 46. Puertos digitales de entrada y salida

P00 An	PaP An Vol
P01 An	DC An Vol
P02 An	PaP An Cor
P03 An	DC An Cor
P04 An	Ser An Vol
P05 An	AC An Vol
P06 An	Ser An Cor
P07 An	AC An Cor
P10	I2C
P11	I2C
P12	AC Dig Vel
P13	AC Dig Cont
P14	DCB Dig Cont
P15	DCB Dig Cont
P16	UART Tx
P17	UART Rx
P20 An	PaP Dig Cont
P21 An	PaP Dig Cont
P22 An	PaP Dig Cont
P23 An	PaP Dig Cont
P24	I PaP Dig Vel
P25	Ser Dig Cont
P26	
P27	

	DC banda.
	Motor DC
	Motor AC
	Protocol de comu
	Motor Paso a Paso
	Protocol de comu
	Expansor Dig
	Motor Servo.

P10	O DC Dig U/D
P11	O DC Dig INC
P12	O DC Dig Cont
P13	O DC Dig Cont
P14	O DC Dig Cont
P15	I DC Dig Vel
P16	
P17	

Fuente: Autor

8. PLATAFORMA INTERACTIVA DE ACCESO REMOTO

El banco de motores eléctricos está ligado al diseño y construcción de su plataforma interactiva ya que, la herramienta más importante de todo el prototipo se encuentra situada en la implementación de la programación realizada, la transmisión de datos en tiempo real, la calidad y nitidez de la imagen de la cámara y el correcto funcionamiento del prototipo respecto a las operaciones que realice el usuario cuando está realizando el proceso de prácticas.

Figura 47. Acceso Remoto por VPN



Fuente: Autor

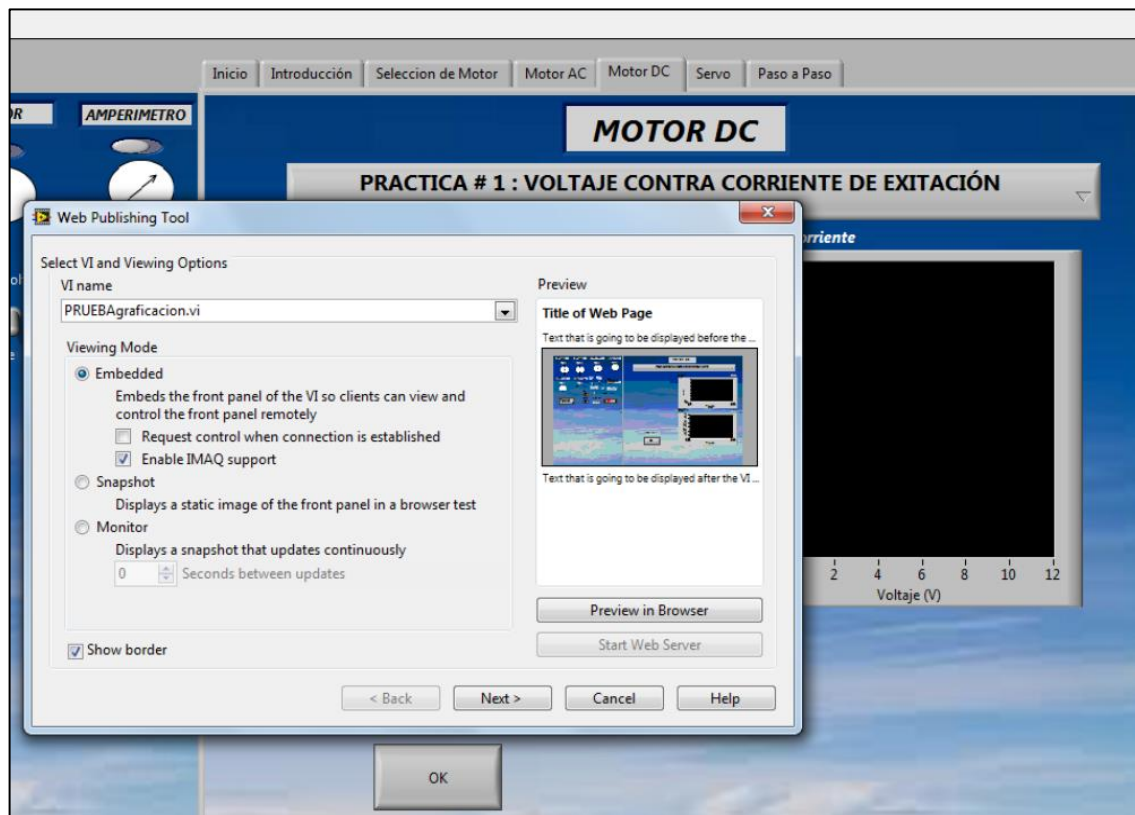
En la (Figura 47) se observa como es el funcionamiento del laboratorio remoto de motores manipulado desde fuera del servidor principal, es de fácil acceso ya que, se inicia mediante un navegador común por donde es posible ingresar a la interfaz que controla el prototipo.

8.1 SERVIDOR WEB

La interfaz de interacción con el usuario y los algoritmos de actuación, control y comunicación, fueron desarrollados en el software LabView versión 2015 el cual permite elaborar un programa denominado VI (**Virtual Instrument**) (National Instruments, s.f.).

Para acceder de forma remota y en tiempo real al programa, se crea un servidor web en LabView al cual se accede desde el explorador web Internet Explorer (IE) o Mozilla Firefox (MF) por medio de la URL que genera la herramienta **Web Publishing Tool** de LabView, verificar el diagrama de flujo de la herramienta virtual en el **ANEXO D**.

Figura 48. Web Publisher Tool



Fuente: Autor

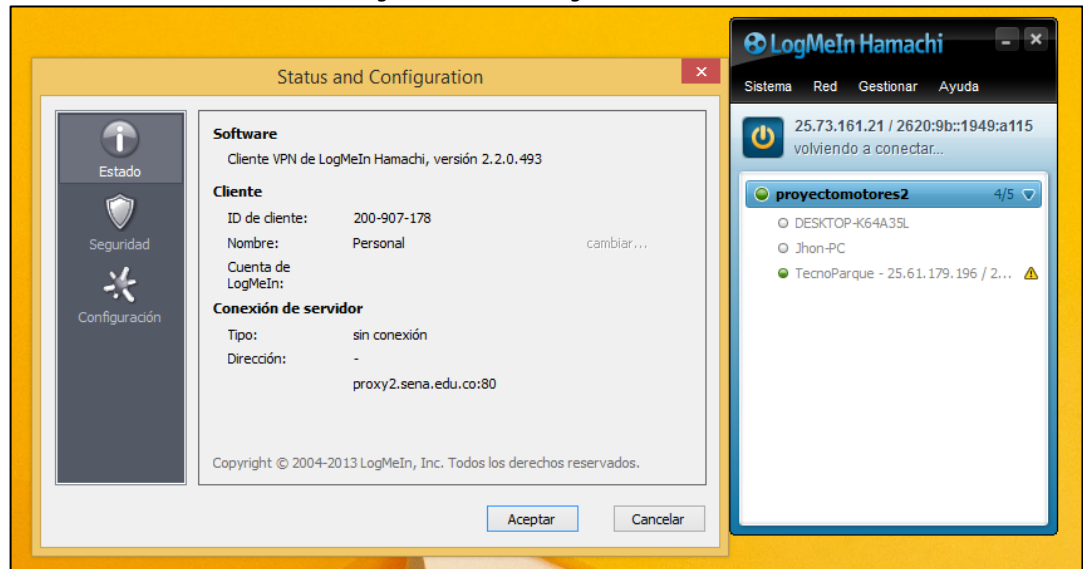
La herramienta de Publicación Web de LabView permite anclar la interfaz del programa o VI a una página web usando la dirección IP del servidor y la **URL** de la aplicación dada por el servidor. Una vez creada la red VPN y el Servidor en Web, el usuario solicita el control de la aplicación y al control del banco de motores desde el explorador. En caso de tener varios usuarios en simultáneo, la aplicación y el servidor permiten la confirmación sobre la petición del control entre ellos.

La mayoría de las instituciones educativas como Tecnoparque cuentan con redes LAN con puertos de acceso cerrados imposibilitando acceder de forma remota a la aplicación si no se cuentan con permisos administrativos, por tanto, para que el usuario pueda acceder a la aplicación es necesario crear una Red Privada Virtual (VPN). Una VPN “es una red privada que se extiende, mediante un proceso de encapsulación y en algún caso de encriptación, desde los paquetes de datos a diferentes puntos remotos, mediante el uso de infraestructuras públicas de transporte” como por ejemplo internet (Nationals Instruments , 2016).

- Es una red virtual que se crea dentro de otra red, por ejemplo, internet.
- Generalmente se crean en redes públicas, en las que se quieren crear un entorno confidencial y privado.

- La VPN nos permite trabajar como si estuviera en la red local, es totalmente transparente para el usuario.
- Dentro de la VPN cada equipo tendrá una IP.

Figura 49.Red VPN LogMeIn Hamachi.



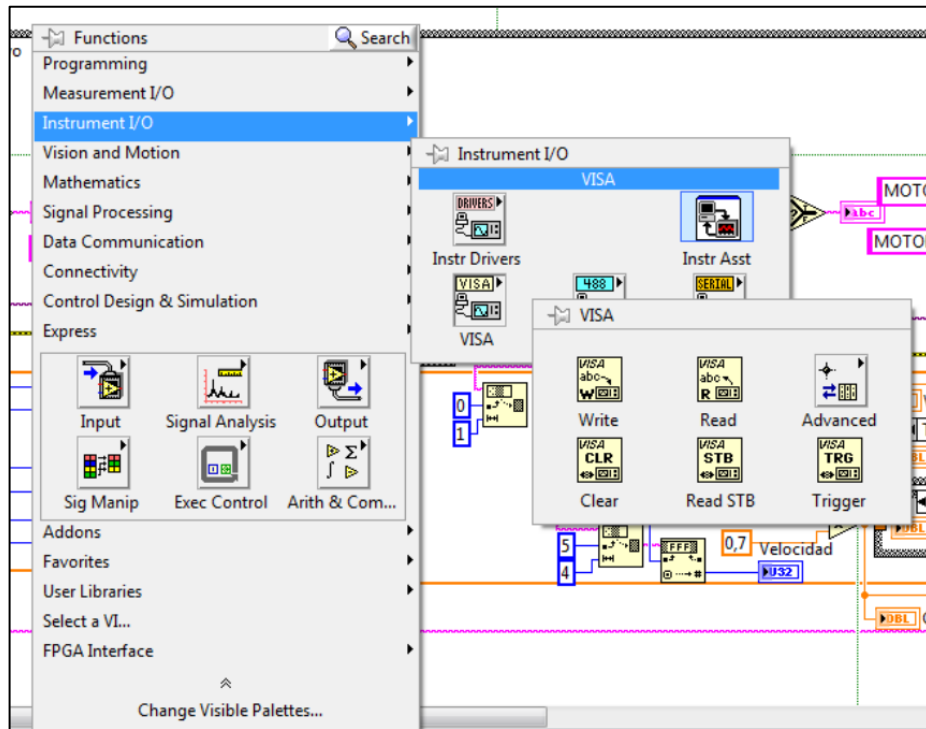
Fuente: Autor

Para crear la VPN se utilizó el Software **LogMeIn Hamachi** (LogMeIn Inc., s.f.), el cual permite una conexión de hasta 5 equipos de forma simultánea y gratuita, incluido el servidor, siendo este un número adecuado teniendo en cuenta que las prácticas se desarrollan individualmente, sin limitar el uso para los demás usuarios. En la (Figura 48) se expone el esquema de diseño del banco de motores con su acceso remoto a través de una red VPN.

8.2 COMUNICACIÓN CON EL SISTEMA ELECTRÓNICO

Para establecer la comunicación entre el elemento de control y el PC se utiliza el modulo interno del micro controlador UART, el cual debe ser configurado a una velocidad de bits 8 veces mayor que la velocidad que manejará el puerto del PC y el programa LabView, esta velocidad puede tener un error de +/-2%, igualmente se debe configurar el puerto donde de PC donde será conectado el cable serial y el bloque de comunicación serial **VISA serial port**. Es muy importante tener clara cuál será la velocidad de bits con la que se trabajara ya que, si no se configuran bien se generaran errores de comunicación; este proyecto maneja una velocidad de bits de 19200 bps lo que significa que el módulo **UART** está configurado a 153600 bps;

Figura 50. Modulo VISA de comunicación



Fuente: Autor

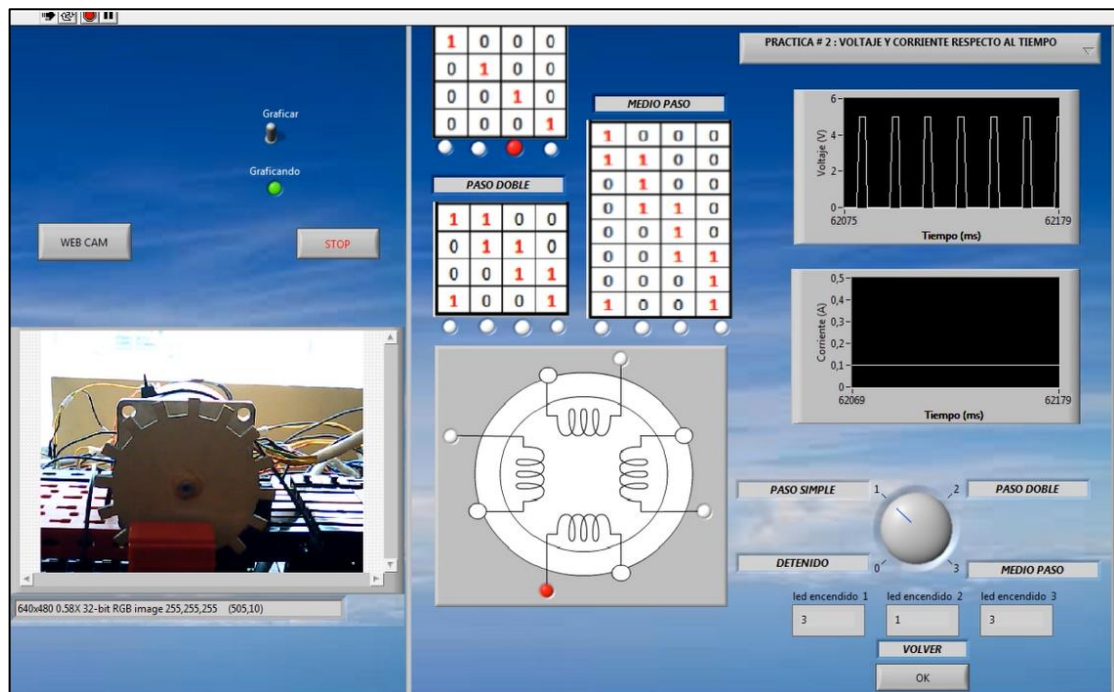
LabView cuenta con una serie de bloques que permiten la comunicación serial, de los cuales es fundamental implementar un bloque de escritura llamado **VISA write**, un bloque para realizar la lectura del puerto llamado **VISA read** y también un bloque que cierre el ciclo de comunicación, este se llama **VISA close**; con estos bloques es posible comunicar la interfaz con el micro controlador, LabView identifica en cuales de los puertos es posible realizar la comunicación, estos son donde se haya conectado el cable serial desde el micro controlador.

9. . INTERFAZ DE INTERACCIÓN CON EL USUARIO

Para construir la interfaz gráfica por medio del lenguaje de programación LabView es necesario conocer las inquietudes de los diferentes tipos de usuarios a los que estará expuesta, para ello se generó un listado de criterios de diseño del cual se obtuvieron varios requisitos que influirán en el proceso de navegación de una persona que quiera tomar el curso, por ende, la implementación de la plataforma se realizó de la siguiente manera, diagrama de flujo de navegación por la plataforma **Anexo C**.

- Página de inicio: Muestra el nombre del proyecto, autores y la selección de idioma “inglés - español”.
- Introducción: Es una breve introducción del laboratorio remoto de igual manera el objetivo general del usuario, lo que deberá alcanzar en la realización del curso.
- Selección del motor: En esta página encontrar los 4 motores a trabajar de los cuales el usuario debe elegir uno de ellos siguiendo las instrucciones de la guía de prácticas proporcionada por los autores.
- Practica del motor seleccionado: Inicio de las actividades necesarias para alcanzar las practicas propuestas por los autores.

Figura 51. Practicas del Motor Paso a Paso



Fuente: Autor

El servidor web creado con LabView tiene la limitación que en los exploradores IE y MF no es posible intercambiar los diferentes paneles frontales de un proyecto con múltiples **VI's**, por tanto, se

requiere generar un único VI y panel frontal el cual permita la navegación completa entre las diferentes prácticas. LabView cuenta con un flujo de navegación por pestañas o **Tab Control** que permiten al usuario navegar entre las diferentes prácticas de los motores del banco (LabVIEWing, s.f.), la programación del entorno de desarrollo virtual se realizó con una opción de LabView llamada (programación por FOLDERS) esto permite conectar pantallas de navegación entre si generando una dependencia de la plataforma al usuario ya que, por medio de botones el usuario podrá recorrer el entorno como lo desee teniendo en cuenta que el procedimiento regular es realizar la actividad como esta propuesta por las guías, una vez que el usuario entre a la plataforma interactiva siguiendo los pasos de navegación mencionados anteriormente, encontrara una página introductoria al curso como tal, donde podrá observar los autores intelectuales del proyecto como y podrá realizar la selección del idioma que registró el curso, se genera la opción de la selección de idioma ya que, el diseño y la construcción del laboratorio remoto hace énfasis a la educación virtual, los registros fotográficos de la interfaz expuesta a continuación se verá evidenciada en los resultados.

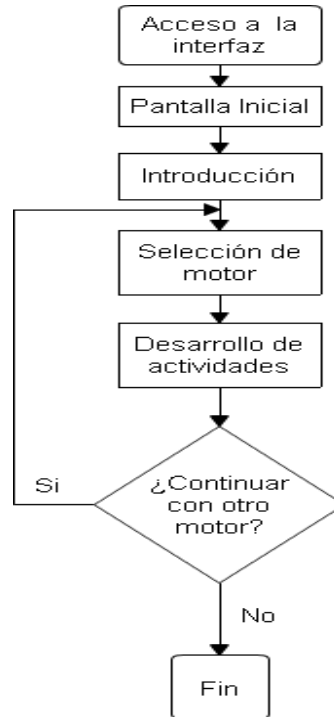
Teniendo en cuenta que la conexión remota se realiza por medio de la VPN, una vez el usuario este registrado y se conecte por medio del software LogMeIn Hamachi y tenga la URL proporcionada por las guías de prácticas podrá dar inicio al curso previamente diseñado teniendo en cuenta que visualizara todos los movimientos de los motores en tiempo real, para esto la interfaz tiene un mando llamado “CÁMARA WEB” (Figura 51) donde el usuario podrá activar o desactivar la cámara web cuando lo desee y así se pondrá en evidencia que la interfaz esta 100% sincronizada con el prototipo físico.

La plataforma virtual diseñada e implementada para el banco cuenta con los comandos necesarios para que el usuario realice el control apoyado de las guías de prácticas, también posee comandos limitados para evitar fallos por mal uso de la plataforma, por ejemplo; para regular el voltaje del motor DC el comando utilizado solo tendrá una variación de 6 voltios hasta 12 voltios ya que, si se alimenta con un voltaje mayor los circuitos contruidos para dicho motor sufrirán daños, el control de operación para el servomotor está limitado de 0 a 180 ya que, como tal el motor no se puede dirigir a grados superiores del mencionado anteriormente por sus características y fabricación.

9.1 NAVEGACIÓN

El entorno de desarrollo virtual esta diseñado para realizar una interacción dinámica entre el usuario y la plataforma de navegación, al momento de ingresar al ambiente de educación virtual la interfaz presta las herramientas adecuadas para que el usuario este en la capacidad de desarrollar las prácticas de laboratorio de forma autónoma, facil e intuitiva. Para el acceso a las prácticas, el laboratorista deberá abrir el programa de prácticas en labView y dar al usuario la URL para acceder a la aplicación desde el navegador IE o MF el cual cargará el panel frontal de la aplicación. El usuario visualizará la pantalla de inicio y deberá solicitar el control del VI con el click derecho del mouse. Una vez el usuario tenga el control de la aplicación se expondrá la pantalla introductoria, selecciona el idioma de prácticas y la aplicación lo dirige a la pantalla de selección del motor con el cual desea realizar prácticas. Una vez seleccionado el motor se muestra al usuario la interfaz de prácticas disponibles. Al seleccionar la práctica el programa establece comunicación con la tarjeta de control y el usuario toma control del banco de motores.

Figura 52 Flujo de Navegación



Fuente: Elaboración propia

9.2 SISTEMA DE VISUALIZACIÓN Y REALIZACIÓN DE PRÁCTICAS

La metodología de desarrollo del mecanismo visto desde la interfaz gráfica propone realizar las prácticas apoyado en guías laboratorio. En el momento de iniciar la práctica, es necesario que el usuario tenga la guía física ya que, esta contiene los ítems de desarrollo y consignación de resultados que podrá observar en la plataforma. Cuando el usuario seleccione el motor con el cual realizará la práctica deberá realizar las siguientes actividades:

- Realizar virtualmente el circuito de arranque del motor.
- Variar el voltaje de alimentación del motor de forma remota.
- Visualización de la medición de los instrumentos.
- Graficación de estado de las variables medidas en tiempo real.
- Cálculo de parámetros de funcionamiento del motor.

Todo esto se implementa con el fin de que el usuario pueda adquirir la mayor cantidad de información y a su vez desarrolle el curso siguiendo los nuevos métodos propuestos, la metodología

dinámica que ofrecen los autores proporciona nuevas herramientas para aprender haciendo ya que, es muy difícil acceder a las plantas físicas o simples prototipos construidos para el desarrollo de asignaturas virtuales y diferentes cursos online, el sistema de visualización y control es desarrollado en su totalidad en el software de LabView versión 2015. Este sistema actúa como centro de interacción con el usuario a nivel de funcionalidad como aplicación de aprendizaje de los tipos de motores eléctricos considerados en el banco.

En la plataforma interactiva una vez elegido el motor con el cual se va a realizar la practica el entorno de desarrollo muestra un menú desplegable en el idioma elegido inicialmente, este menú mostrará las diferentes prácticas que podrá desarrollar el usuario, por ejemplo:

Tabla 21. Prácticas de motores.

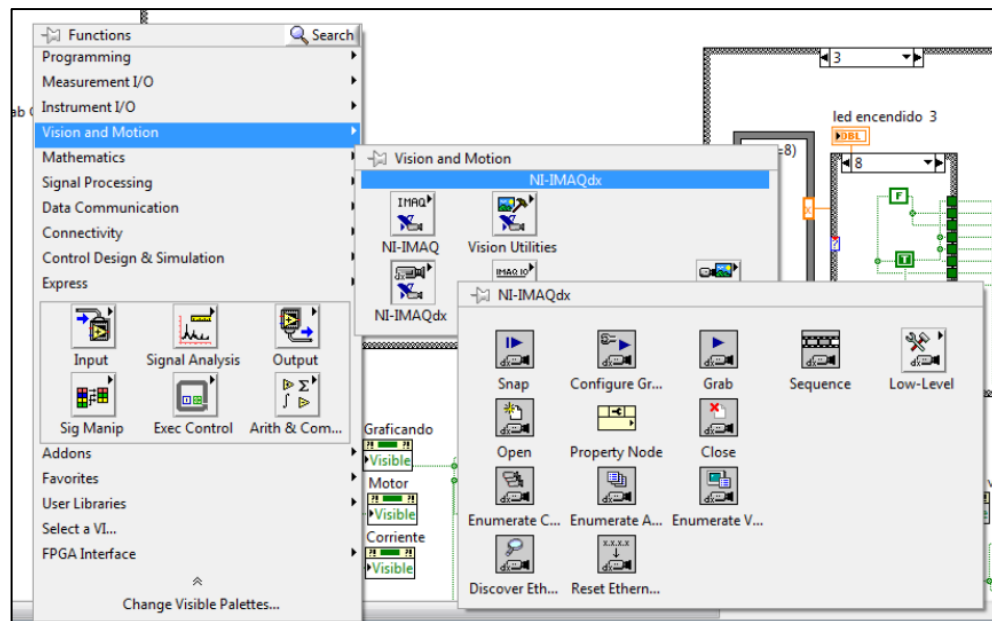
Práctica	Motor			
	AC	DC	Paso a Paso	Servo
Curva Voltaje vs Corriente	X	X		
Voltaje vs tiempo Corriente vs tiempo Variación de potencia	X	X	X	X
Inversión de Giro		X	X	
Curva Arranque de Motor		X		
Variación de velocidad vs voltaje	X	X	X	
Variación de PWM o frecuencia de pasos.			X	X
Control de medio paso y paso completo			X	

Fuente: Elaboración Propia.

Para la conexión de la cámara web a la interfaz gráfica se utilizó el paquete de procesamiento de imágenes que ofrece el software LabView llamado IMAQ “ **visión adquisición data**” (Figura 53) compatible con la cámara USB utilizada en la plataforma, este paquete nos permite adquirir, guardar

y ver imágenes de cualquier tipo de cámara sea externa o la cámara del PC donde se esté realizando el proyecto LabView, anexo a esto proporciona concordancia de patrones e inspección de color y una gran variedad de herramientas útiles para la adquisición de imagen y como se mencionaba anteriormente por medio de comandos es posible controlar la velocidad de obtención de imágenes por segundo “Video” y activar o desactivar la cámara web.

Figura 53. Módulo IMAQ de visualización



Fuente: Autor

10. RESULTADOS Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Con el fin de validar el funcionamiento de la plataforma la conexión remota y la interfaz gráfica, a continuación, se presentan los resultados del proyecto obtenidos tomando como referencia la realización de la práctica para el *motor Dc*.

10.1 CONEXIÓN Y PREPARACIÓN DE LA PLATAFORMA

Para dar inicio a la navegación, el usuario accede a la VPN a través del software *LogMeIn Hamachi* vinculándose a la red en la opción **Join an existing network** del menú **Network** (Figura 54). El nombre de la red se proporciona en la guía de laboratorio y es creado por el administrador de la plataforma y/o tutor de prácticas.

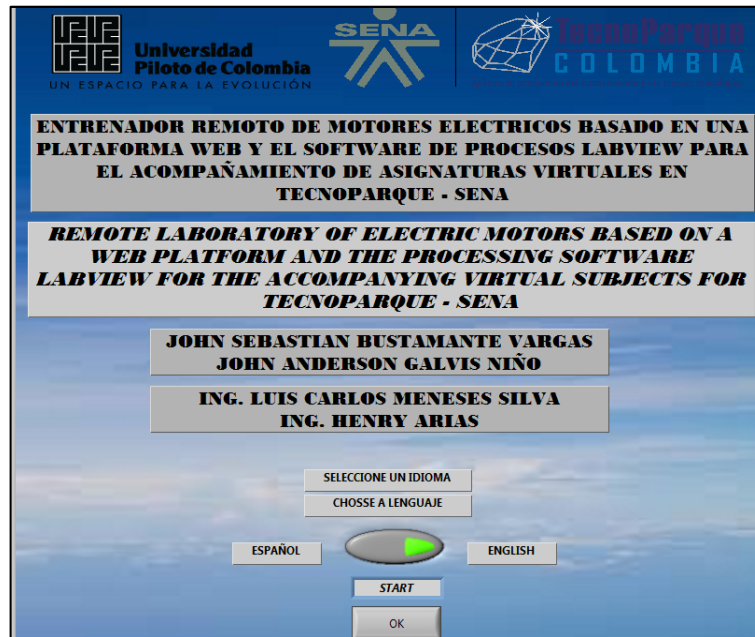
Figura 54. Servidor Web Hamachi.



Fuente: Autor

LogMeIn Hamachi confirma la conexión al servidor y, de esta manera, el usuario puede ingresar a la aplicación de prácticas a través del explorador Internet Explorer o Mozilla Firefox, el cual carga la interfaz introductoria para la selección del idioma de visualización de las prácticas (Figura 55).

Figura 55. Laboratorio Remoto



Fuente: Autor

Cuando se ha seleccionado el idioma, la plataforma dirige al usuario a la interfaz de selección del motor con el cual se realizará la práctica de laboratorio.

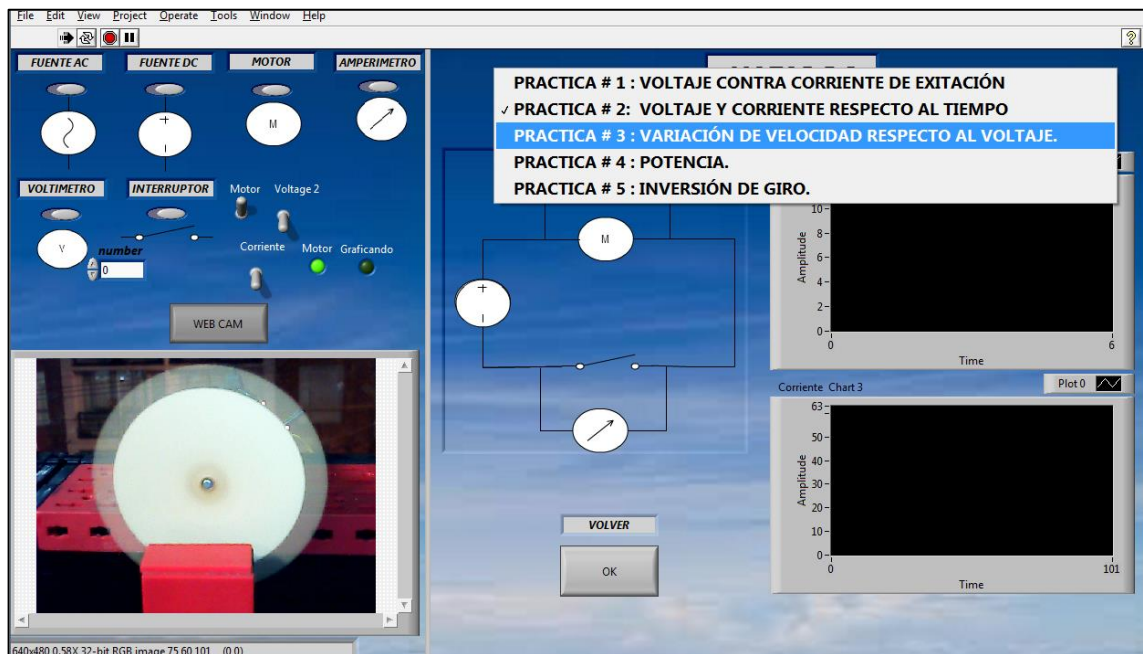
Figura 56. Selección de motor de practicas



Fuente: Autor

Posterior a la selección del motor, la plataforma muestra en la interfaz activa una lista desplegable con las prácticas disponibles, a continuación, el usuario selecciona una práctica y procede a la configuración del circuito de arranque del motor definiendo el tipo de fuente, los dispositivos de medición y la posición del interruptor de arranque. El programa verifica que la configuración es correcta y habilita los controles virtuales para la toma de datos de los sensores de voltaje, corriente y velocidad, además, posiciona la webcam acoplada en la banda transportadora para permitir la visualización del motor seleccionado.

Figura 57. Practica del motor DC



Fuente: Autor

10.2 RESULTADO DE LAS PRACTICAS DESARROLLADAS

Desde la interfaz de la práctica de arranque del motor DC, el usuario da la orden de encendido y el circuito de control electrónico inicia la captura y transmisión de datos al servidor. Dentro de las pruebas de velocidad de transmisión de datos, se alcanzó una tasa máxima 28.800 baudios y un tiempo de muestreo de 20ms, para un máximo de 50 muestras por segundo de cada una de las 3 variables consideradas en la práctica: voltaje, corriente y velocidad. Para tasas de transmisión superiores, el paquete NI-VISA genera un error de comunicación debido a que se presentan fallos en la sincronización e integridad de la información. En la (Figura 58) se expone la curva de corriente de arranque del motor DC obtenida con la aplicación implementada en LabView, la cual se contrasta

con la curva de arranque esperada obtenida en osciloscopio medida luego del acondicionador de señal con un tiempo de Graficación de 1.5s.

Los resultados obtenidos por el usuario según la guía de prácticas proporcionada por los autores fueron los siguientes:

- Verificación de los elementos de medición tales como amperímetro y voltímetro.
- Realizo el circuito propuesto con éxito (Figura 60)
- Voltaje respecto a la corriente de excitación: teniendo en cuenta que el comportamiento de la corriente es presentar un pico de corriente máximo que únicamente se visualizara en el arranque del motor.

$$Vi1 = 12v$$

$$Vi2 = 10v$$

$$Vi3 = 8v$$

$$Vi4 = 6v$$

La respuesta de la corriente fue la siguiente:

$$Ic1 = 500mA$$

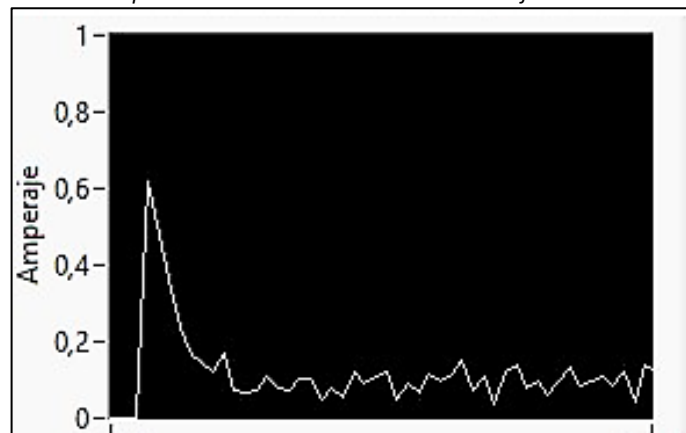
$$Ic2 = 60mA$$

$$Ici3 = 60mA$$

$$Ici4 = 60mA$$

Se pudo observar que la corriente después de presentar su pico máximo se estabiliza siendo constante sin importar la variación de voltaje que se le dé al motor, cada vez que el motor sea apagado y encendido nuevamente se visualizara este pico.

Figura 58. Curva de arranque del motor DC obtenida en LabView ajustada unidades de ingeniería.



Fuente: Autor

- Variación de velocidad respecto a la entrada de voltaje: visualización por medio de la cámara web, se observó como el motor disminuía o aumenta su velocidad respecto a la variación del voltaje de alimentación que realizaba el usuario, el dato arrojado por el microcontrolador de la lectura del sensor de velocidad Encoder es arrojado en Hz (lectura

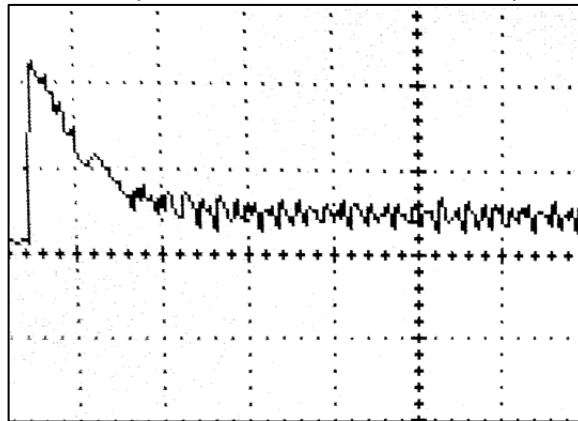
de frecuencia) por ende la plataforma diseñada realiza la conversión pertinente para poder mostrar este dato en RPM (Revoluciones por minuto).

Tabla 22. Resultados de velocidad

Voltaje (V)	Frecuencia (Hz)	Revoluciones por minuto (RPM)
12	454.4	27252
10	384.6	23076
8	293.9	17634
6	200.1	12006

Fuente: Autor

Figura 59. Curva de corriente de arranque del motor DC obtenida en osciloscopio acondicionada al rango 0-5V.



Fuente: Autor

La diferencia entre las formas de onda apreciables en (Figura 58) y (Figura 59), se debe al máximo tiempo de muestreo que permite la comunicación serial bajo protocolo RS232-USB. La dinámica transitoria de la corriente tiene una duración aproximada de 250ms, que bajo un tiempo de muestreo de 20ms permite obtener un total de 12 muestras, las cuales son insuficientes para realizar una reconstrucción satisfactoria de la señal medida.

Una vez explicada la velocidad de muestreo permitida en LabView en la (Figura 60) se puede observar la respuesta del voltaje vs la corriente de excitación, donde se observa el pico de corriente máxima respecto al voltaje de entrada del motor también se aprecia que después de un tiempo (t) la corriente se estabiliza ya que, el voltaje es constante mientras no se realice una variación del mismo, con esta gráfica es posible realizar el cálculo de la potencia nominal del motor ya que, este no está expuesto a una carga considerable y sus condiciones de uso son normales, la ecuación descrita en las guía de prácticas es:

$$P = V * I \quad (3)$$

Donde:

P = a la potencia del motor.

V = el voltaje de entrada.

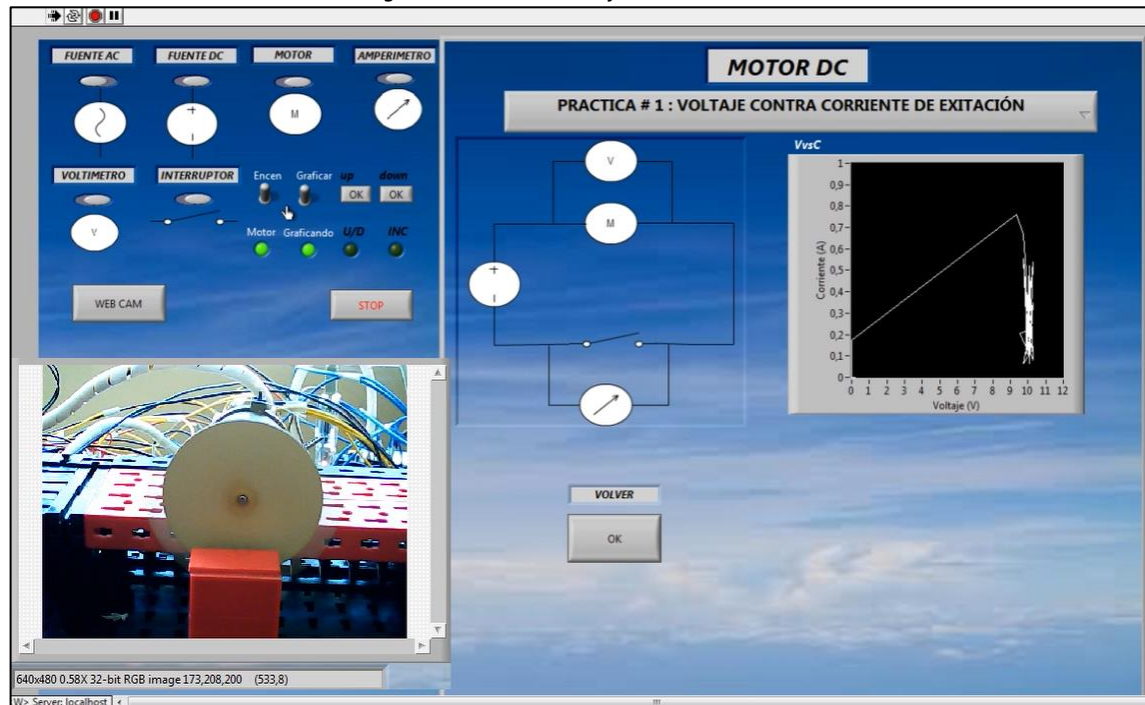
I = Corriente

$V_{i1} = 12v$

$I_{c1} = 500mA$

$$P_{max} = 12v * 500mA = 6 W$$

Figura 60. Curva de voltaje contra corriente



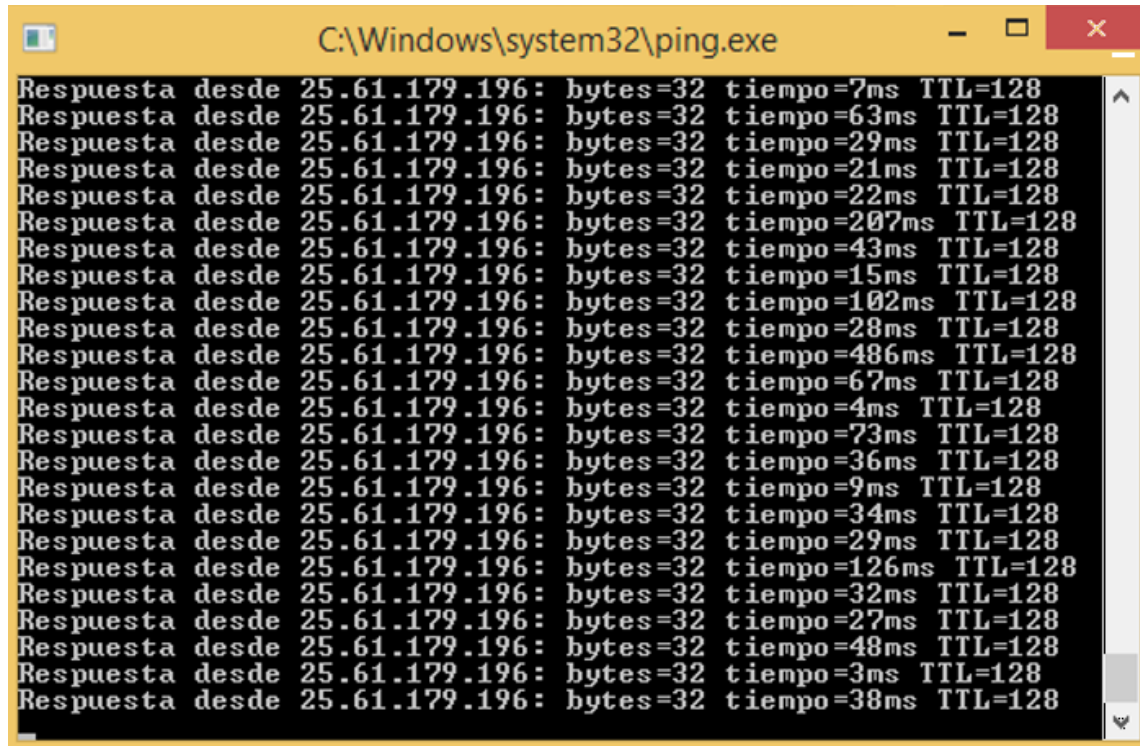
Fuente: Autor

10.3 RENDIMIENTO DE LA RED VPN

Las calidad de la transmisión de datos de la red VPN entre el cliente y el servidor se ve influenciada por la velocidad de conexión a Internet de ambos terminales, sin embargo, en las pruebas realizadas a la plataforma con el servidor ubicado en las instalaciones de Tecnoparque – SENA y el cliente en las instalaciones de la Universidad Piloto de Colombia, se pudo establecer que el rendimiento es aceptable ya que, se presenta un ping con un rango de variación de respuesta entre los 3ms y 486ms (Figura 61) con tendencia a un valor promedio de 25ms en ping y con plena usabilidad de la plataforma.

Durante el desarrollo de las pruebas el software LogMeIn Hamachi no presentó errores de conexión, ni pérdida de datos, permitiendo el normal desarrollo de la práctica de prueba realizada con el motor DC y con tiempo de transmisión aceptable entre el servidor y el cliente.

Figura 61. Ping de respuesta del servidor en condiciones plenas de operación.



```
C:\Windows\system32\ping.exe
Respuesta desde 25.61.179.196: bytes=32 tiempo=7ms TTL=128
Respuesta desde 25.61.179.196: bytes=32 tiempo=63ms TTL=128
Respuesta desde 25.61.179.196: bytes=32 tiempo=29ms TTL=128
Respuesta desde 25.61.179.196: bytes=32 tiempo=21ms TTL=128
Respuesta desde 25.61.179.196: bytes=32 tiempo=22ms TTL=128
Respuesta desde 25.61.179.196: bytes=32 tiempo=207ms TTL=128
Respuesta desde 25.61.179.196: bytes=32 tiempo=43ms TTL=128
Respuesta desde 25.61.179.196: bytes=32 tiempo=15ms TTL=128
Respuesta desde 25.61.179.196: bytes=32 tiempo=102ms TTL=128
Respuesta desde 25.61.179.196: bytes=32 tiempo=28ms TTL=128
Respuesta desde 25.61.179.196: bytes=32 tiempo=486ms TTL=128
Respuesta desde 25.61.179.196: bytes=32 tiempo=67ms TTL=128
Respuesta desde 25.61.179.196: bytes=32 tiempo=4ms TTL=128
Respuesta desde 25.61.179.196: bytes=32 tiempo=73ms TTL=128
Respuesta desde 25.61.179.196: bytes=32 tiempo=36ms TTL=128
Respuesta desde 25.61.179.196: bytes=32 tiempo=9ms TTL=128
Respuesta desde 25.61.179.196: bytes=32 tiempo=34ms TTL=128
Respuesta desde 25.61.179.196: bytes=32 tiempo=29ms TTL=128
Respuesta desde 25.61.179.196: bytes=32 tiempo=126ms TTL=128
Respuesta desde 25.61.179.196: bytes=32 tiempo=32ms TTL=128
Respuesta desde 25.61.179.196: bytes=32 tiempo=27ms TTL=128
Respuesta desde 25.61.179.196: bytes=32 tiempo=48ms TTL=128
Respuesta desde 25.61.179.196: bytes=32 tiempo=3ms TTL=128
Respuesta desde 25.61.179.196: bytes=32 tiempo=38ms TTL=128
```

Fuente: Autor

11. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

- El desarrollo de plataformas soportadas en las TIC, para el acceso a laboratorios físicos remotos, se convierte en una alternativa viable para el fortalecimiento de las competencias basadas en el “aprender haciendo”, especialmente las consideradas en los programas de ingeniería que surgen a través de la práctica.
- El uso de las redes privadas virtuales – VPN – son una alternativa viable para la implementación de sistemas de acceso a laboratorios remotos, ofreciendo una conexión estable, segura y en tiempo real, evitando los procedimientos de apertura de puertos de comunicaciones, que en algunas instituciones no es permitido por los posibles riesgos de vulnerabilidad ante ataques informáticos de agentes externos.
- La comunicación serial basada en el estándar RS232 no es una alternativa viable para aplicaciones en las cuales se requiera una alta frecuencia de muestreo. Es recomendable usar protocolos alternos que permitan una mayor velocidad de transmisión, la cual es viable por la robustez del cableado del estándar Bus Serial Universal –USB–.
- LabView, considerado como un software de instrumentos virtuales, se establece como una plataforma adecuada para el desarrollo de aplicaciones de aprendizaje por medios virtuales, debido a la simplicidad que ofrece en el manejo de las comunicaciones con otras plataformas de desarrollo, tales como Cypress y Arduino, la creación de servidores web y la interacción con el medio físico para la captación de señales.
- Implementar un sistema de comunicación más eficiente, que permita la transmisión de datos a una velocidad mayor a la que actualmente se está trabajando, con el fin de mejorar la respuesta de la plataforma interactiva a los requerimientos solicitados por el usuario.
- Desarrollar una aplicación más robusta donde la conexión remota pueda ser aplicada a motores de mayor capacidad y el análisis de su comportamiento pueda ser mayor.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Observatorio Laboral de la Educación del Ministerio de Educación de Colombia, «La educación virtual: ventajas y desventajas,» Abril 2016. [En línea]. Available: <http://www.mineducacion.gov.co/observatorio/1722/article-201744.html>.
- [2] R. S. R. Eybar Farith Contreras Villamizar, «Diseño y construcción de un banco de prácticas en motores, como apoyo a la asignatura diseño de máquina II,» Bucaramanga, 2010.
- [3] Alberto Hernandez Gonzales, «Servomotores,» Santiago de Querétaro, 2014.
- [4] C. S. Corporatyon, «PSoC Programmable System on Chip,» Cypress perform, San Jose California, 2015.
- [5] Nationals Instruments , «National Instrumenst Community,» 2016. [En línea]. Available: <https://decibel.ni.com/content/docs/DOC-30522/diff?secondVersionNumber=10>. [Último acceso: 18 04 2016].
- [6] Alaa Mohamed y Khamis Rashwan, «interacción remota con robots móviles basada en internet,» vol. 1, 2003.
- [7] E. B. B. B. A. C. Eduardo Caicedo Bravo, «Laboratorio distribuido con acceso remoto para la enseñanza de la robótica,» vol. 4, nº 7, 2009 .
- [8] M. M. Z. López, «Diseño de un sistema de aprendizaje para un laboratorio remoto usando una metodología de ingeniería,» 2011.
- [9] C. A. J. Bravo, «Aportaciones al aprendizaje constructivo y colaborativo en internet , aplicación a laboratorios virtuales y remotos de tesis doctoral robótica industrial,» Vols. %1 de %2consultada 20 - Oct - 2015 , 2010 .
- [10] J. J. Caceres Chiquillo, R. A. Morales Hernandez y G. Vasques Novoa, «Automatización del banco didáctico del laboratorio de máquinas eléctricas,» Escuela Especializada en Ingeniería, Santa Tecla, 2012.
- [11] J. Rodriguez Andrade, «Diseño y construcción de un banco de pruebas para caracterización de motores eléctricos monofásicos,» Universidad Nacional Autónoma de México, 2014.

- [12] M. Castelli y M. Andrade, «Metodología de monitoreo, detección y diagnóstico de fallos en motores asíncronos de inducción,» Universidad de Montevideo, Montevideo, 2007.
- [13] H. R. C. Piñeros Garzon Luis, «CONTROL DE UN SERVOMOTRO,» Corporacion Universitaria del Meta , Colombia, Villavicencio, 2012.
- [14] Festo, «Principios basicos de la tecnica de accionamiento de Servomotores: Manual de Trabajo,» Festo , 2010. [En línea]. Available: <http://www.festo-didactic.com/es-es/productos/courseware/plc-y-electronica/manual-de-trabajo/principios-basicos-de-la-tecnica-de-accionamiento-de-servomotores-manual-de-trabajo.htm?fbid=ZXMuZXMuNTQ3LjE0LjE4LjU0My43Mzcx>. [Último acceso: 03 agosto 2016].
- [15] «UPM Motor PASO A PASO practica N° 2,» 03 agosto 2016 (ultima actualización). [En línea]. Available: www-app.etsit.upm.es/departamentos/teat/asignaturas/lab-ingel/practica4.htm. [Último acceso: 03 Agosto 2016].
- [16] National Instruments, «Getting Started,» [En línea]. Available: <http://www.ni.com/getting-started/labview-basics/esa/environment>. [Último acceso: 4 Julio 2016].
- [17] LogMeIn Inc., «Hamachi by LogMeIn,» [En línea]. Available: <https://www.vpn.net/>. [Último acceso: 4 Julio 2016].
- [18] LabVIEWing, «Tab Control in LabVIEW,» [En línea]. Available: <http://www.labviewing.com/tab-control-in-labview/>. [Último acceso: 4 Julio 2016].
- [19] SENA, «Quienes somos: Tecnoparque,» SENA, 2013. [En línea]. Available: <http://tecnoparque.sena.edu.co/quienes/quees/Páginas/default.aspx>. [Último acceso: 7 diciembre 2015].
- [20] Universitat de Valencia, «¿Qué es una red privada virtual (VPN)?,» [En línea]. Available: <http://www.uv.es/uvweb/servicio-informatica/es/servicios/generales/red-comunicaciones/red-privada-virtual-vpn/-es-vpn-1285903202284.html>. [Último acceso: 4 Julio 2016].
- [21] Castelli Marcelo, andrade Marcos, «Metodología de monitoreo, detección y diagnostico de fallos en motores asíncronos de inducción,» Memorias, Montevideo, 2008.
- [22] Cypress, «Datasheets:Cypress performance,» Cypress, 3 Marzo 2015. [En línea]. Available: <http://www.cypress.com/file/140646/download>. [Último acceso: 17 Junio 2016].

- [23] I. Calvo, E. Zuleta, G. Unai y J. M. López, «Laboratorios remotos virtuales en enseñanzas técnicas y científicas,» [En línea]. Available: <http://www.uh.cu/static/documents/RDA/Laboratorios%20remotos%20y%20virtuales.pdf>. [Último acceso: Junio 2016].
- [24] Red Tecnoparque Colombia, «Objetivos,» [En línea]. Available: <http://tecnoparque.sena.edu.co/quienes/quees/Páginas/default.aspx>. [Último acceso: 3 Julio 2016].
- [25] Altium Company, [En línea]. Available: <http://www.altium.com/>. [Último acceso: 3 Julio 2016].
- [26] Ministerio de Educación Nacional de Colombia, «Educación virtual o educación en línea,» 20 Noviembre 2015. [En línea]. Available: <http://www.mineducacion.gov.co/1759/w3-article-196492.html>. [Último acceso: Julio 2016].
- [27] LDK Laser & Electronics, «LDF ProtoMat S63,» [En línea]. Available: <http://www.ldk.com/products/rapid-pcb-prototyping/circuit-board-plotter/protomat-s63.htm>. [Último acceso: 4 Julio 2016].
- [28] A. Tello Rios, «Desarrollo del pensamiento logico apoyado en videojuegos,» *Tecnoacademia*, vol. 1, pp. 58, 59, 2016.
- [29] Siemens, «Aplicaciones Remotas: Industrial remote communication: Comunicacion industrial: Tecnologia de automatizacion,» Siemens, [En línea]. Available: http://w3.siemens.com/mcms/industrial-communication/es/industrial-remote-communication/remote-applications/Pages/remote-applications.aspx#Descripci_c3_b3n. [Último acceso: 20 junio 2016].
- [30] Cristobal Ruiz Elio San , «METODOLOGÍA, ESTRUCTURA Y DESARROLLO DE INTERFACES INTERMEDIAS PARA LA CONEXIÓN DE LABORATORIOS REMOTOS Y VIRTUALES A PLATAFORMAS EDUCATIVAS,» UNED, España, 2010.
- [31] Zerpa Sergio, Gimenez Donnaly, Diaz Granados Magda Yamile, De la cruz Freitez Francisco , «Desarrollo de un laboratorio remoto de automatización de procesos vía internte,» Universidad Politecnica Antonio Jose de Sucre, Venezuela, San Cristobal , Junio 2009.
- [32] Montoya Juan Carlos, Hernandez Olarte Tomas., «Plataforma web para acceso remoto a instrumentación fisica avanzada,» Revista Universitaria EAFIT, Colombia, Medellin, 2010.

- [33] Alvarado Toral Diego xavier, Sánchez Zabala José Daniel, «Laboratorio remoto para prácticas virtuales de automatización con el PLC Simatic S7-1200,» Universidad del AZUAY , Ecuador , 2011.
- [34] S. J. L. C. H. Gallardo Adrian, «Monitorización y Control Remoto Virtual de la Planta Gunt HAMBURG RT 450 de Nivel del Laboratorio de Instrumentación Industrial, Vía Internet a través del Web Server de LabVIEW,» Facultad de Ingenieria Electrica y computacional (FIEC), Ecuador Guayaquil .
- [35] Cabezas Castillo Victor Hugo, Lozano Portela Jaime Andres, «MONTAJE DE UN BANCO DE PRUEBA PARA ARRANQUE,» Corporación Universitaria Minuto de Dios , Colombia, Soacha, 2013.
- [36] Minotta Peñaloza Carlos Ivan, Rodríguez Quimbayo Oscar , «DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA MOTORES DC DE BAJA POTENCIA,» Universidad San Buenaventura , Colombia, Bogota , 2007.
- [37] R. F. W. F. Lopez Reyes Carlos Francisco, «¬ DISEÑO DE ACCESO REMOTO EN SERVICIOS DE SOPORTE EN SISTEMAS WINDOWS DE UAN RED LAN,» Instituto Politecnico Nacional, Mexico D.F, 2009.
- [38] Cabellos Miranda Victor Hugo, « ACCESO REMOTO PARA CONTROL DE DISPOSITIVOS ELECTRONICOS,» Instituto Politecnico Nacional, Mexico D.F, 2010.
- [39] Betancourth Bernal Santiago , «¬ IMPLEMENATACIÓN DE UNA PLATAFORMA WEB PARA LA ADMINISTRACIÓN DE LABORATORIOS REMOTOS DE FISICA,» Universidad Catolica de Pereira , Colombia, Pereira , 2011.
- [40] Scribd.com, «Scribd, Proyecto Seguridad Final,» Scribd Library , 2016. [En línea]. Available: <https://es.scribd.com/doc/9053543/Proyecto-Seguridad-Final>. [Último acceso: 05 Agosto 2016].
- [41] Alaa Mohamed y Khamis Rashwan. (2003). interacción remota con robots moviles basada en internet. 1. Recuperado el 28 de octubre de 2015
- [42] Alberto Hernandez Gonzales. (2014). *Servomotores*. tesis de grado , universidad tecnologia de queretaro , Santiago de Querétaro. Recuperado el 23 de noviembre de 2015

HOJA EN BLANCO A PROPÓSITO

ANEXO A. PRACTICAS DE MOTORES ELECTRICOS

PRACTICA N° 1 BANCO DE PRUEBAS PARA MOTOR D.C

**UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA
GUÍA DE LABORATORIO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA
MECATRONICA**

**ENTRENADOR REMOTO DE MOTORES ELÉCTRICOS
BASADO EN UNA PLATAFORMA WEB Y EL
SOFTWARE DE PROCESOS LABVIEW PARA EL
ACOMPAÑAMIENTO DE ASIGNATURAS VIRTUALES
EN TECNOPARQUE – SENA**

AUTORES:

ALUMNO:

JOHN SEBASTIAN BUSTAMANTE

Aspirante al título ING MECATRONICA

ALUMNO:

JOHN ANDERSON GALVIS

Aspirante al título ING MECATRONICA

DIRECTOR:

M.SC. LUIS CARLOS MENESES SILVA

M.Sc. en Ingeniería del Mantenimiento

Ingeniero en Automática Industrial

TUTOR TECNOPARQUE:

ING. NELSON GIOVANNY AGUDELO.

Gestor del Laboratorio de Electrónica y Telecomunicaciones Tecnoparque SENA

Ingeniero en Telecomunicaciones.

TUTOR TECNOPARQUE:

ING. HENRY ARIAS BERNAL

Gestor del Laboratorio de Electrónica y Telecomunicaciones Tecnoparque SENA

Ingeniero en control.

Introducción:

El objetivo principal de realizar prácticas orientadas a motores eléctricos es implementar métodos fáciles y oportunos de enseñanza tomando temas básicos de aprendizaje donde es posible generar una interacción entre una planta física real, un sistema de desarrollo virtual y cualquier persona que desee tomar el curso.

El usuario podrá interactuar directamente con una planta física conectada a distancia por medio de una interfaz gráfica diseñada y previamente construida, en donde encontrara los métodos correctos para entender y desarrollar la práctica de motores eléctricos, a medida de que avance por la interfaz gráfica, la complejidad del curso será mayor pero la fuente de aprendizaje de igual manera será mayor, llevando a la persona que se encuentre desarrollando el curso a captar cada vez más y más información.

Para realizar con éxito esta práctica de laboratorio se debe seguir uno a uno los pasos propuestos por los autores, a continuación, se plantea una serie de actividades a desarrollar, con el fin de que usted como usuario comprenda la viabilidad, funcionalidad y características principales de un MOTOR D.C.

Generalidades:

MARCO REFERENCIAL.

➤ **MOTOR DC.**

➤ **Fuente de voltaje.**

La fuente de voltaje logra transformar la tensión alterna en diferentes y varias tensiones donde podemos clasificarlas como fuentes de alimentación conmutada o lineal y logra generar la suficiente corriente eléctrica necesaria para que cualquier dispositivo pueda funcionar.

➤ **Contacto normalmente abierto.**

El estado natural de un contacto es normalmente abierto o normalmente cerrado, el objetivo principal de un interruptor como su nombre lo indica es interrumpir el paso del flujo de corriente que transite en un punto determinado de un circuito eléctrico o electrónico.

➤ **Voltímetro.**

Instrumento que proporciona una lectura o medición en voltios de la diferencia existente de potencial en su entrada del circuito (Voltaje de alimentación) o dos puntos específicos del circuito.

➤ **Potencia.**

La potencia eléctrica es posible definirla como la velocidad del flujo eléctrico que se moviliza por un espacio determinado conocido como consumo de energía, la forma más fácil de realizar el cálculo de la potencia de un motor AC es con la relación entre la variación del voltaje inducido respecto a la corriente generada respecto a esa entrada de voltaje con la siguiente formula.

$$P = Vi * Ic.$$

Objetivos:

- Realizar la práctica propuesta tratando de no cometer errores significativos siguiendo paso a paso el procedimiento propuesto.
- Conocer y comprender el funcionamiento de un motor D.C cuando este se encuentra en vacío.
- Observar los diferentes comportamientos al momento de evaluar las variables dependientes del mismo.
- Visualizar la caracterización de la moto D.C al momento de realizar una marcha constante.
- Aprender la manera correcta y óptima de usar el motor D.C.

Contenidos:

- Realizar el procedimiento para graficar la curva característica de voltaje generado contra corriente de excitación.
- Realizar el procedimiento para graficar voltaje y corriente respecto al tiempo.
- Realizar el procedimiento para graficar la curva de variación de velocidad respecto a la entrada de voltaje.
- Realizar el cálculo de la potencia y verificar los resultados en el entorno de desarrollo.
- Diseñar el circuito para realizar la inversión de giro del motor, teniendo en cuenta la construcción propuesta por los autores, interactúe con los elementos proporcionados para realizar el circuito hasta lograr que el mismo gire en sus dos sentidos.
- Visualizar, verificar y observar el funcionamiento de la inversión de giro del motor.

Metodología:

El usuario debe realizar el diseño esquemático del circuito básico para el accionamiento del motor D.C, apoyándose en los componentes tales como (fuente de entrada de voltaje, motor a utilizar e interruptor normalmente abierto). Tenga presente que en el entorno de desarrollo se realizara la respectiva introducción orientada a los componentes que ofrece el aplicativo con el fin de proporcionar las herramientas adecuadas para el óptimo desarrollo de las practicas propuestas, si el procedimiento de construcción de diseño es erróneo el sistema no le permitirá acceder al entorno de desarrollo virtual propuesto por los autores y por ende no podrá dar inicio a las practicas establecidas, después de generar el diseño esquemático realizara una interacción directa con el espacio virtual y físico real donde podrá observar todo lo que el usuario desee programar guiándose de las practicas estipuladas.

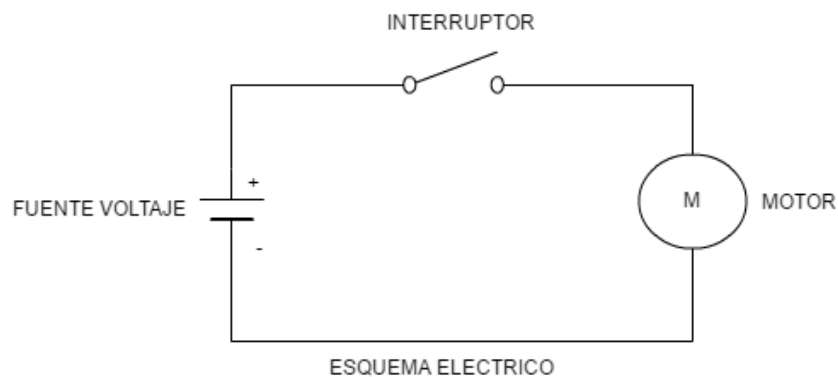
LINK DE DESCARGA PARA ACCEDER A LA PLATAFORMA.

<http://192.168.1.11:8000/LaboratorioRemoto%2CACyDC.html>.

PRACTICA N° 1

(“REALIZAR EL PROCEDIMIENTO PARA GRAFICAR LA CURVA CARACTERÍSTICA DE VOLTAJE GENERADO CONTRA CORRIENTE DE EXCITACIÓN.”)

Ilustración 1 Circuito en Serie Motor DC



Fuente: Autor

PROCEDIMIENTO.

1. Verifique los implementos necesarios para construir el circuito de arranque del motor.
 - Tome la fuente de voltaje y conéctela en serie con el interruptor normalmente abierto y al motor como lo muestra la (Ilustración 1 Circuito en Serie Motor DC.)
2. Conecte el circuito como lo indica en la (Ilustración 1 Circuito en Serie Motor DC) y verifique por el enlace web, que el motor al ponerlo en marcha inicie a girar en cualquiera de sus dos posiciones.
3. De las opciones que le ofrece el entorno de desarrollo elija el instrumento de medición de voltaje y conéctela a la fuente del circuito, con el objetivo de verificar que la entrada de voltaje al circuito sea correcta.
4. Realice una variación de voltaje desde su punto mínimo hasta su valor máximo en la fuente de alimentación y consigne los valores así:

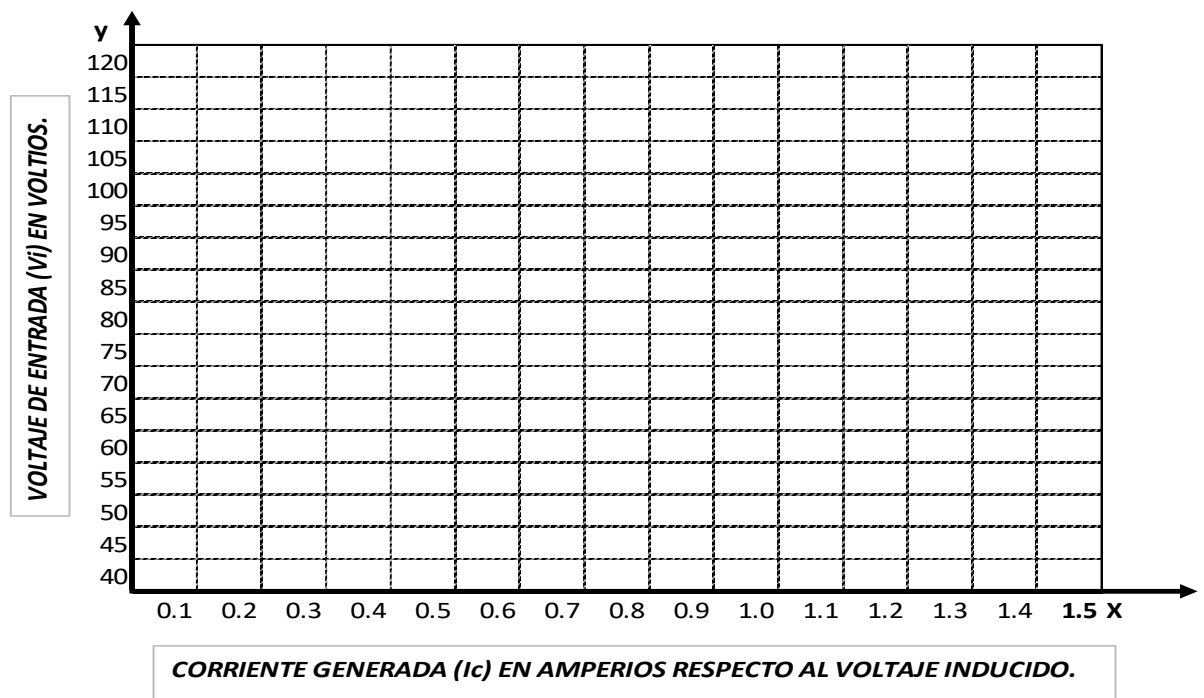
$V_{i1} =$ $V_{i2} =$ $V_{i3} =$ $V_{i4} =$ $V_{i5} =$ $V_{i6} =$

5. De las opciones que le ofrece el entorno de desarrollo elija el elemento de medición de corriente y conéctelo al motor abriendo el circuito para su lectura correcta (**desconecte el motor de una de las líneas de paso de corriente y conecte una de las puntas del amperímetro al motor y la otra a la línea de paso de corriente**) y verifique la variación de la corriente respecto a la variación de la entrada de voltaje, consigne los valores correspondientes al voltaje seleccionados.

$I_{c1} =$ $I_{c2} =$ $I_{c3} =$ $I_{c4} =$ $I_{c5} =$ $I_{c6} =$

6. Explique brevemente la respuesta de la corriente en función del aumento constante de voltaje desde su fuente de alimentación.

7. Realice la gráfica de voltaje vs el aumento de la corriente.



8. Explique brevemente lo que entendió del comportamiento de la gráfica anterior.

PRACTICA N° 2

(“Realizar el procedimiento para graficar voltaje y corriente respecto al tiempo”)

PROCEDIMIENTO.

1. Verifique los implementos necesarios para construir el circuito de arranque del motor.
 - Tome la fuente de voltaje y conéctela en serie con el interruptor normalmente abierto y al motor como lo muestra la (Ilustración 1 Circuito en Serie Motor DC.)
2. Conecte el circuito como lo indica en la (Ilustración 1 Circuito en Serie Motor DC) y verifique por el enlace web, que el motor al ponerlo en marcha inicie a girar en cualquiera de sus dos posiciones.
3. De las opciones que le ofrece el entorno de desarrollo elija el instrumento de medición de voltaje y conéctela a la fuente del circuito, con el objetivo de verificar que la entrada de voltaje al circuito sea correcta.
4. Realice una variación de voltaje desde su punto mínimo hasta su valor máximo en la fuente de alimentación, verifique que el muestreo de los datos de presenten en tiempo real y trate de realizar la variación durante un periodo de tiempo de 10 segundos por dato y consigne los valores así:

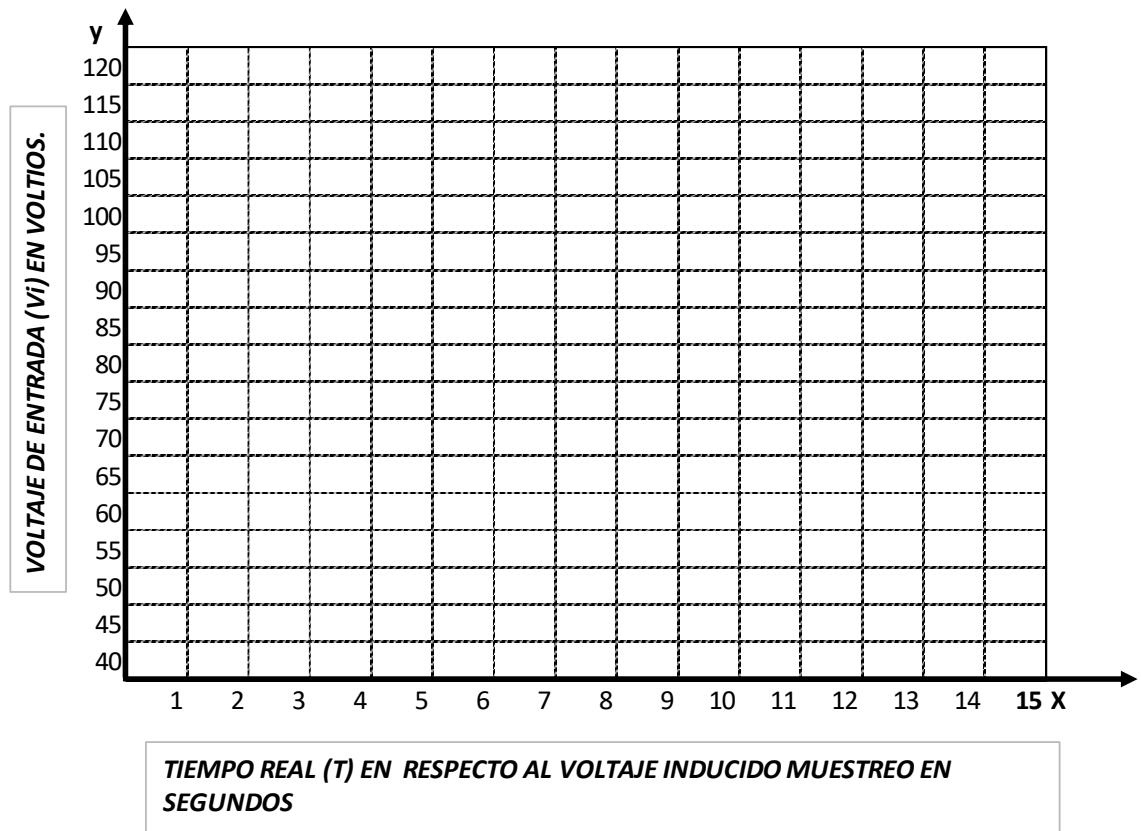
$V_{i1} =$ $V_{i2} =$ $V_{i3} =$ $V_{i4} =$ $V_{i5} =$ $V_{i6} =$

5. De las opciones que le ofrece el entorno de desarrollo elija el elemento de medición de corriente y conéctelo al motor abriendo el circuito para su lectura correcta (***desconecte el motor de una de las líneas de paso de corriente y conecte una de las puntas del amperímetro al motor y la otra a la línea de paso de corriente***) y verifique la variación de la corriente respecto a la variación de la entrada de voltaje, consigne los valores correspondientes al voltaje seleccionados.

$I_{c1} =$ $I_{c2} =$ $I_{ci3} =$ $I_{ci4} =$ $I_{c5} =$ $I_{c6} =$

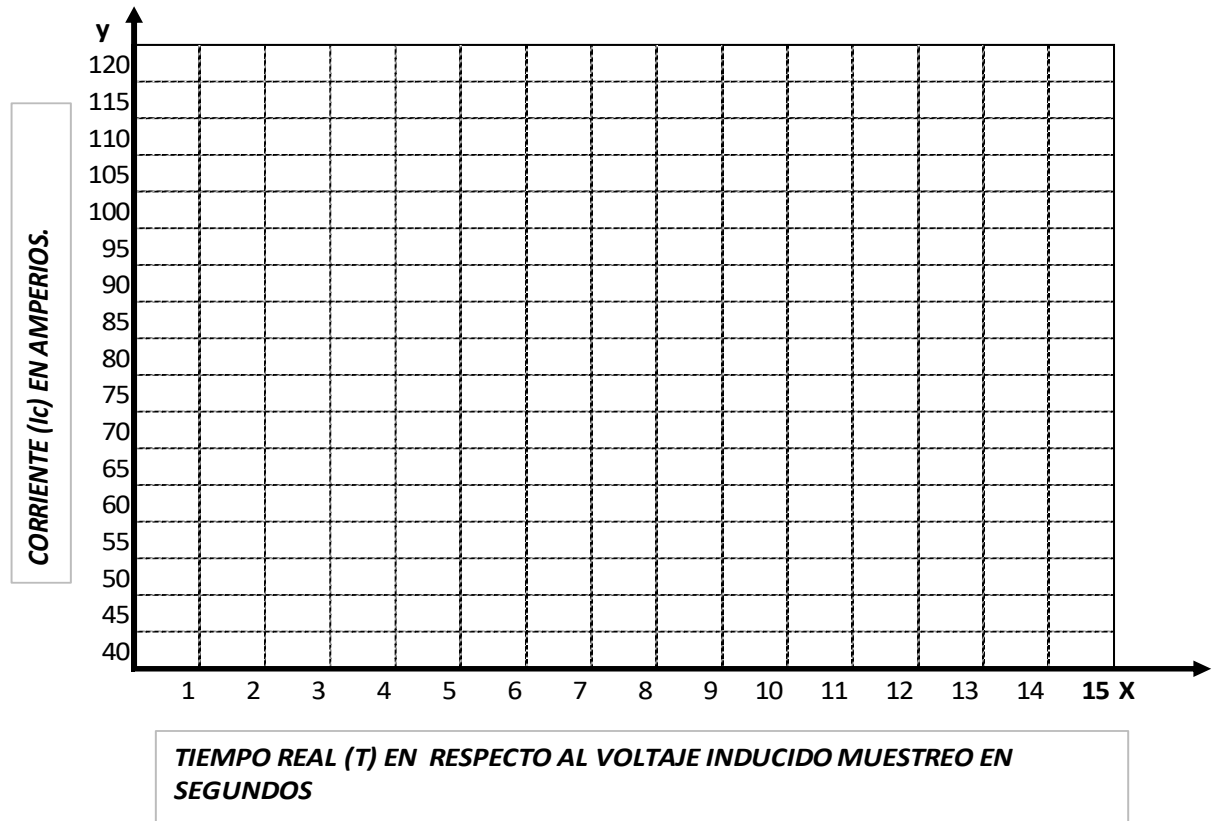
6. Explique brevemente el comportamiento del voltaje respecto a la variación de los parámetros dada por usted, describa lo que observo entre el entorno de desarrollo y la planta física en tiempo real.

7. Realice la gráfica de voltaje vs tiempo real.



8. Explique brevemente lo que entendió del comportamiento de la gráfica anterior.

9. Realice la gráfica de corriente vs tiempo real.



10. Explique brevemente el comportamiento de la corriente respecto a la variación de los parámetros dada por usted, describa lo que observe entre el entorno de desarrollo y la planta física en tiempo real, anexo a esto describa brevemente lo que observe en la gráfica mostrada en la plataforma.

PRACTICA N° 3

(“Realizar el procedimiento para graficar la curva de variación de velocidad respecto a la entrada de voltaje”)

PROCEDIMIENTO.

1. De las opciones que le ofrece el entorno de desarrollo elija el instrumento de medición de voltaje y conéctela a la fuente del circuito, con el objetivo de verificar que la entrada de voltaje al circuito sea correcta.
2. Realice una variación de voltaje desde su punto mínimo hasta su valor máximo en la fuente de alimentación, verifique que el muestreo de los datos de presenten en tiempo real, realice la variación de voltaje dado al menos 3 minutos de tiempo entre ellos con el fin de observar como varia la velocidad en los diferentes estados y consigne los valores así:

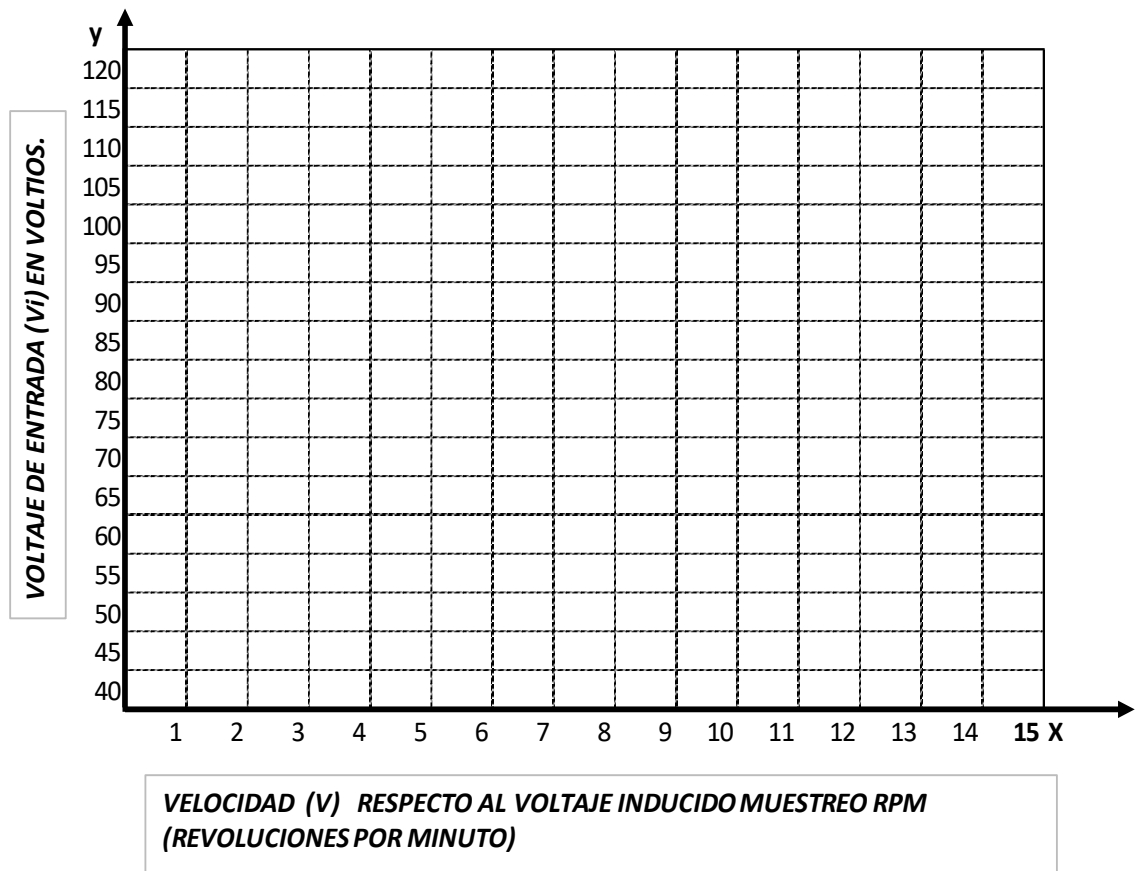
$V_{i1} =$ $V_{i2} =$ $V_{i3} =$ $V_{i4} =$ $V_{i5} =$ $V_{i6} =$

3. Consigne la variación de velocidad respecto a la entrada de voltaje que realizo en el punto anterior.

$R_{pm1} =$ $R_{pm2} =$ $R_{pm3} =$ $R_{pm4} =$

$R_{pm5} =$ $R_{pm6} =$

4. Realice la gráfica de la velocidad respecto a la variación del voltaje de entrada.



5. Explique brevemente el comportamiento de la velocidad respecto a la variación de los parámetros dada por usted, describa lo que observe entre el entorno de desarrollo y la planta física en tiempo real, anexo a esto describa brevemente lo que observe en la gráfica mostrada en la plataforma.

PRACTICA N° 4

(“Realizar el cálculo de la potencia y verificar los resultados en el entorno de desarrollo”)

PROCEDIMIENTO.

1. De las opciones que le ofrece el entorno de desarrollo elija el instrumento de medición de voltaje y conéctela a la fuente del circuito, con el objetivo de verificar que la entrada de voltaje al circuito sea correcta.
2. De las opciones que le ofrece el entorno de desarrollo elija el elemento de medición de corriente y conéctelo al motor abriendo el circuito para su lectura correcta ***(desconecte el motor de una de las líneas de paso de corriente y conecte una de las puntas del amperímetro al motor y la otra a la línea de paso de corriente)*** y verifique la variación de la corriente respecto a la variación de la entrada de voltaje, consigne los valores correspondientes al voltaje seleccionados.
3. Realice una variación de voltaje desde su punto mínimo hasta su valor máximo en la fuente de alimentación, verifique que el muestreo de los datos de presenten en tiempo real y trate de realizar la variación durante un periodo de tiempo de 2 minutos por dato y consigne los valores así:

$V_{i1} =$ $V_{i2} =$ $V_{i3} =$ $V_{i4} =$ $V_{i5} =$ $V_{i6} =$

4. De las opciones que le ofrece el entorno de desarrollo elija el elemento de medición de corriente y conéctelo al motor abriendo el circuito para su lectura correcta ***(desconecte el motor de una de las líneas de paso de corriente y conecte una de las puntas del amperímetro al motor y la otra a la línea de paso de corriente)*** y verifique la variación de la corriente respecto a la variación de la entrada de voltaje, consigne los valores correspondientes al voltaje seleccionados.

$I_{c1} =$ $I_{c2} =$ $I_{c3} =$ $I_{c4} =$ $I_{c5} =$ $I_{c6} =$

5. Consigne los datos de la potencia calculada respecto a la entrada variable de voltaje y la corriente que genere dicho voltaje de alimentación.

$P_1 =$ $P_2 =$ $P_3 =$ $P_4 =$ $P_5 =$ $P_6 =$

PRACTICA N° 5

- Diseñar el circuito para realizar la inversión de giro del motor, teniendo en cuenta la construcción propuesta por los autores, interactúe con los elementos proporcionados para realizar el circuito hasta lograr que el mismo gire en sus dos sentidos.
- Visualizar, verificar y observar el funcionamiento de la inversión de giro del motor.

PROCEDIMIENTO.

1. Observe detenidamente el diseño del circuito de arranque del motor, mire el recorrido que está realizando el motor e invierta el sentido de conexión del motor con el fin de generar la inversión de giro.
2. De las opciones que le ofrece el entorno de desarrollo elija el instrumento de medición de voltaje y conéctela a la fuente del circuito, con el objetivo de verificar que la entrada de voltaje al circuito sea correcta.
3. De las opciones que le ofrece el entorno de desarrollo elija el elemento de medición de corriente y conéctelo al motor abriendo el circuito para su lectura correcta (**desconecte el motor de una de las líneas de paso de corriente y conecte una de las puntas del amperímetro al motor y la otra a la línea de paso de corriente**) y verifique la variación de la corriente respecto a la variación de la entrada de voltaje, consigne los valores correspondientes al voltaje seleccionados.
4. Realice una variación de voltaje desde su punto mínimo hasta su valor máximo en la fuente de alimentación, verifique que el muestreo de los datos de presenten en tiempo real y trate de realizar la variación durante un periodo de tiempo de 2 minutos por dato y consigne los valores así:

$V_{i1} =$ $V_{i2} =$ $V_{i3} =$ $V_{i4} =$ $V_{i5} =$ $V_{i6} =$

5. Observe el comportamiento de la variación de voltaje y corriente en el sentido de giro actual y realice una comparación corta de los parámetros identificados mientras el motor gira en sentido contrario.

Evaluación:

OFERTA DE EVALUACIÓN.

- Realice un trabajo escrito, investigativo respecto a los motores A.C, donde se deberá buscar toda la información posible respecto a el motor indicado, además características principales, formas de conexiones y aplicaciones principales, tenga en cuenta que deberá regirse al formato solicitado por los autores que en este caso será IEEE “formato ingenieril”, anexo a esto el documento será revisado y debidamente calificado por los autores, siendo 3.0 la nota requerida para aprobar el curso, de no ser así el curso realizado anteriormente no tendrá validez.

Una vez elegido el método de evaluación, realice su prueba de manera individual y a conciencia, recordando que el objetivo principal es la introducción al mundo de los motores eléctricos en este caso el motor A.C y todo lo que usted pueda aprender se deberá al empeño, dedicación y concentración que se le impartan a este curso vía online.

- Anexo se revisará de manera minuciosa las guías desarrolladas por usted las cuales, debe solucionar, escanear y enviar vía online.

Bibliografía:

- **Benjamin, Matienzo. 2011.** Motores Electricos . *Motores Electricos* . [En línea] Escuela de Educacion tecnia N° 279, 2011. [Citado el: 04 de Abril de 2016.]
<https://sites.google.com/site/279motoreselectricos/ejercicios/2-7-1-practica>.
- **Caceres Chiquillo Juan Jose, Morales Hernandez Rigoberto Alfonso, Vasquez Novoa Gustavo. 2012.** AUTOMATIZACIÓN DEL BANCO DIDÁCTICO DEL LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS. Santa tecla : Escuela especializada en ingenieria ITCA, 2012. Tesis de pregrado .
- **Contreras Villamizar Eybar Farith, Sanchez Rodriguez Rolando. 2010.** DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRACTICAS EN MOTORES ELECTRICOS, COMO APOYO A LA ASIGNATURA DISEÑO DE MAQUINAS II. Santander . Bucaramanga : Universidad Industrial de Santander, 2010. Tesis de Pregado.
- **Luis, Suarez Florez. 19986.** LABORATORIO DE ACCIONAMIENTOS ELECTRICOS. s.l. : Ingeniería e Investigación, 19986. Investigativo .

PRACTICA N° 2 BANCO DE PRUEBAS PARA MOTOR A.C

**UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA
GUÍA DE LABORATORIO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA
MECATRONICA**

**ENTRENADOR REMOTO DE MOTORES ELÉCTRICOS
BASADO EN UNA PLATAFORMA WEB Y EL SOFTWARE DE
PROCESOS LABVIEW PARA EL ACOMPAÑAMIENTO DE
ASIGNATURAS VIRTUALES EN TECNOPARQUE – SENA**

AUTORES:

ALUMNO:

JOHN SEBASTIAN BUSTAMANTE

Aspirante al título ING MECATRONICA

ALUMNO:

JOHN ANDERSON GALVIS

Aspirante al título ING MECATRONICA

DIRECTOR:

M.SC. LUIS CARLOS MENESES SILVA

M.Sc. en Ingeniería del Mantenimiento

Ingeniero en Automática Industrial

TUTOR TECNOPARQUE:

ING. NELSON GIOVANNY AGUDELO.

Gestor del Laboratorio de Electrónica y Telecomunicaciones Tecnoparque SENA

Ingeniero en Telecomunicaciones.

TUTOR TECNOPARQUE:

ING. HENRY ARIAS BERNAL

Gestor del Laboratorio de Electrónica y Telecomunicaciones Tecnoparque SENA

Ingeniero en control.

Introducción:

El objetivo principal de realizar prácticas orientadas a motores eléctricos es implementar métodos fáciles y oportunos de enseñanza tomando temas básicos de aprendizaje donde es posible generar una interacción entre una planta física real, un sistema de desarrollo virtual y cualquier persona que desee tomar el curso.

El usuario podrá interactuar directamente con una planta física conectada a distancia por medio de una interfaz gráfica diseñada y previamente construida, en donde encontrara los métodos correctos para entender y desarrollar la práctica de motores eléctricos, a medida de que avance por la interfaz gráfica, la complejidad del curso será mayor pero la fuente de aprendizaje de igual manera será mayor, llevando a la persona que se encuentre realizando el curso a captar cada vez más y más información con el objetivo de obtener unas bases sólidas de conocimiento respecto a los motores eléctricos, en esta guía de laboratorio con énfasis en motores AC.

Observe una a una las opciones que le ofrece el entorno de desarrollo virtual y tenga en cuenta que es indispensable asumir con responsabilidad el paso a paso propuesto por los autores, ya que los malos procedimientos metodológicos pueden tener repercusiones graves en el prototipo físico, para realizar con éxito esta práctica de laboratorio se debe seguir el procedimiento indicado, a continuación se plantea una serie de actividades a desarrollar, con el fin de que usted como usuario comprenda la viabilidad, funcionalidad y características principales de un MOTOR A.C.

GENERALIDADES:

Marco referencial.

➤ Motor AC.

El motor de corriente alterna o AC es capaz de transformar la energía eléctrica generada por una entrada de voltaje en fuerzas mecánicas, que permiten realizar el giro del rotor donde los campos electromagnéticos generados por las diferentes bobinas que interactúan en su interior generan una conmutación sincronizada, el motor AC es capaz de realizar cualquier actividad de tipo industrial ya que es posible realizar el control de su velocidad y poder regular de manera óptima su torsión donde la alimentación puede llegar a hacer tanto monofásica como trifásica cuando es necesario implementar un sistema a alta potencia.

➤ Fuente de voltaje.

La fuente de voltaje logra transformar la tensión alterna en diferentes y varias tensiones donde podemos clasificarlas como fuentes de alimentación conmutada o lineal y logra generar la suficiente corriente eléctrica necesaria para que cualquier dispositivo pueda funcionar.

➤ Contacto normalmente abierto.

El estado natural de un contacto es normalmente abierto o normalmente cerrado, el objetivo principal de un interruptor como su nombre lo indica es interrumpir el paso del flujo de corriente que transite en un punto determinado de un circuito eléctrico o electrónico.

➤ Voltímetro.

Instrumento que proporciona una lectura o medición en voltios de la diferencia existente de potencial en su entrada del circuito (Voltaje de alimentación) o dos puntos específicos del circuito.

➤ Potencia.

La potencia eléctrica es posible definirla como la velocidad del flujo eléctrico que se moviliza por un espacio determinado conocido como consumo de energía, la forma más fácil de realizar el cálculo de la potencia de un motor AC es con la relación entre la variación del voltaje inducido respecto a la corriente generada respecto a esa entrada de voltaje con la siguiente fórmula.

$$P = Vi * Ic$$

Objetivos:

- Realizar la práctica propuesta tratando de no cometer errores significativos siguiendo paso a paso el procedimiento propuesto.
- Conocer y comprender el funcionamiento de un motor A.C cuando este se encuentra en vacío.
- Observar los diferentes comportamientos al momento de evaluar las variables dependientes del mismo.
- Visualizar la caracterización del motor A.C al momento de realizar una marcha constante.
- Aprender la manera correcta y óptima de usar el motor A.C.

Contenidos:

- Realizar el procedimiento para graficar la curva característica de voltaje generado contra corriente de excitación.
- Realizar el procedimiento para graficar voltaje y corriente respecto al tiempo.
- Realizar el procedimiento para graficar la curva de variación de velocidad respecto a la entrada de voltaje.
- Realizar el cálculo de la potencia y verificar los resultados en el entorno de desarrollo.

Metodología:

El usuario debe realizar el diseño esquemático del circuito básico para el accionamiento del motor A.C, apoyándose en los componentes tales como (fuente de entrada de voltaje, motor a utilizar e interruptor normalmente abierto). Tenga presente que en el entorno de desarrollo se realizara la respectiva introducción orientada a los componentes que ofrece el aplicativo con el fin de proporcionar las herramientas adecuadas para el óptimo desarrollo de las practicas propuestas, si el procedimiento de construcción de diseño es erróneo el sistema no le permitirá acceder al entorno de desarrollo virtual propuesto por los autores y por ende no podrá dar inicio a las practicas establecidas, después de generar el diseño esquemático realizara una interacción directa con el espacio virtual y físico real donde podrá observar todo lo que el usuario desee programar guiándose de las practicas estipuladas.

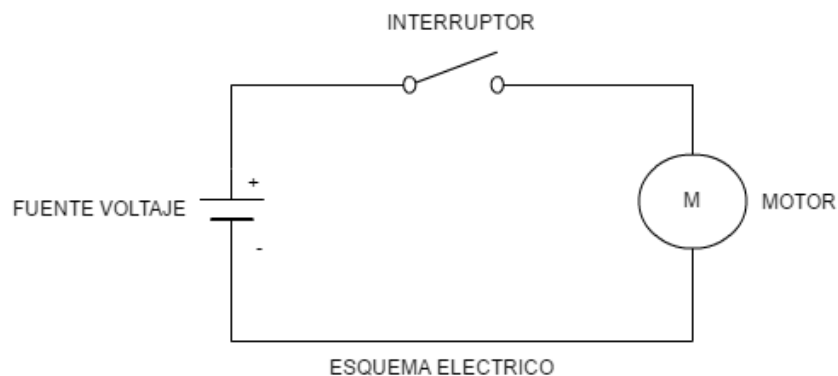
LINK DE DESCARGA PARA ACCEDER A LA PLATAFORMA.

<http://192.168.1.11:8000/LaboratorioRemoto%2CACyDC.html>.

PRACTICA N° 1

(“REALIZAR EL PROCEDIMIENTO PARA GRAFICAR LA CURVA CARACTERÍSTICA DE VOLTAJE GENERADO CONTRA CORRIENTE DE EXCITACIÓN.”)

Ilustración 2 Circuito en Serie Motor AC



Fuente: Autor

PROCEDIMIENTO.

1. Verifique los implementos necesarios para construir el circuito de arranque del motor.
 - Tome la fuente de voltaje y conéctela en serie con el interruptor normalmente abierto y al motor como lo muestra la (Ilustración 1 Circuito en Serie Motor DC.)
2. Conecte el circuito como lo indica en la (Ilustración 1 Circuito en Serie Motor DC) y verifique por el enlace web, que el motor al ponerlo en marcha inicie a girar en cualquiera de sus dos posiciones.
3. De las opciones que le ofrece el entorno de desarrollo elija el instrumento de medición de voltaje y conéctela a la fuente del circuito, con el objetivo de verificar que la entrada de voltaje al circuito sea correcta.
4. Realice una variación de voltaje desde su punto mínimo hasta su valor máximo en la fuente de alimentación y consigne los valores así:

$V_{i1} =$ $V_{i2} =$ $V_{i3} =$ $V_{i4} =$ $V_{i5} =$ $V_{i6} =$

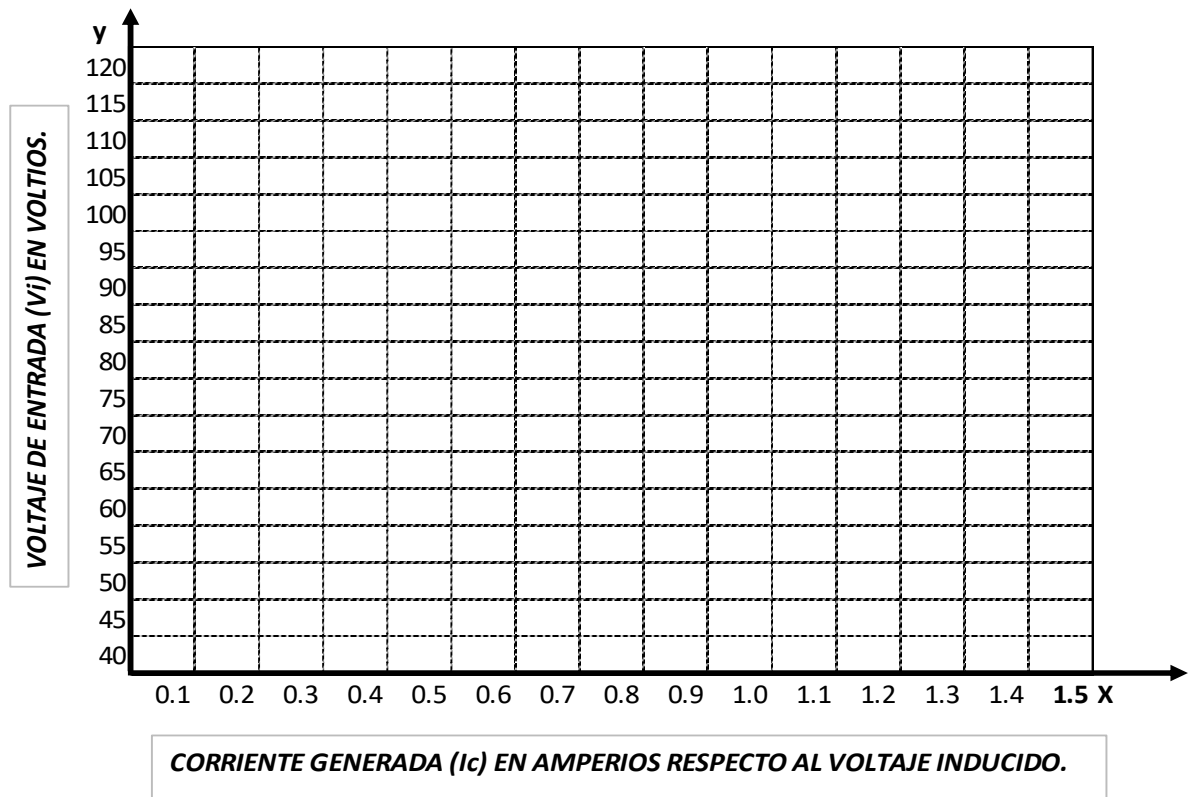
5. De las opciones que le ofrece el entorno de desarrollo elija el elemento de medición de corriente y conéctelo al motor abriendo el circuito para su lectura correcta (**desconecte el**

motor de una de las líneas de paso de corriente y conecte una de las puntas del amperímetro al motor y la otra a la línea de paso de corriente) y verifique la variación de la corriente respecto a la variación de la entrada de voltaje, consigne los valores correspondientes al voltaje seleccionados.

$I_{c1} =$ $I_{c2} =$ $I_{c3} =$ $I_{c4} =$ $I_{c5} =$ $I_{c6} =$

6. Explique brevemente la respuesta de la corriente en función del aumento constante de voltaje desde su fuente de alimentación.

7. Realice la gráfica de voltaje vs el aumento de la corriente.



8. Explique brevemente lo que entendió del comportamiento de la gráfica anterior.

PRACTICA N° 2

("Realizar el procedimiento para graficar voltaje y corriente respecto al tiempo")

PROCEDIMIENTO.

1. Verifique los implementos necesarios para construir el circuito de arranque del motor.
 - Tome la fuente de voltaje y conéctela en serie con el interruptor normalmente abierto y al motor como lo muestra la (Ilustración 1 Circuito en Serie Motor DC.)
2. Conecte el circuito como lo indica en la (Ilustración 1 Circuito en Serie Motor DC) y verifique por el enlace web, que el motor al ponerlo en marcha inicie a girar en cualquiera de sus dos posiciones.
3. De las opciones que le ofrece el entorno de desarrollo elija el instrumento de medición de voltaje y conéctela a la fuente del circuito, con el objetivo de verificar que la entrada de voltaje al circuito sea correcta.
4. Realice una variación de voltaje desde su punto mínimo hasta su valor máximo en la fuente de alimentación, verifique que el muestreo de los datos de presenten en tiempo real y trate de realizar la variación durante un periodo de tiempo de 10 segundos por dato y consigne los valores así:

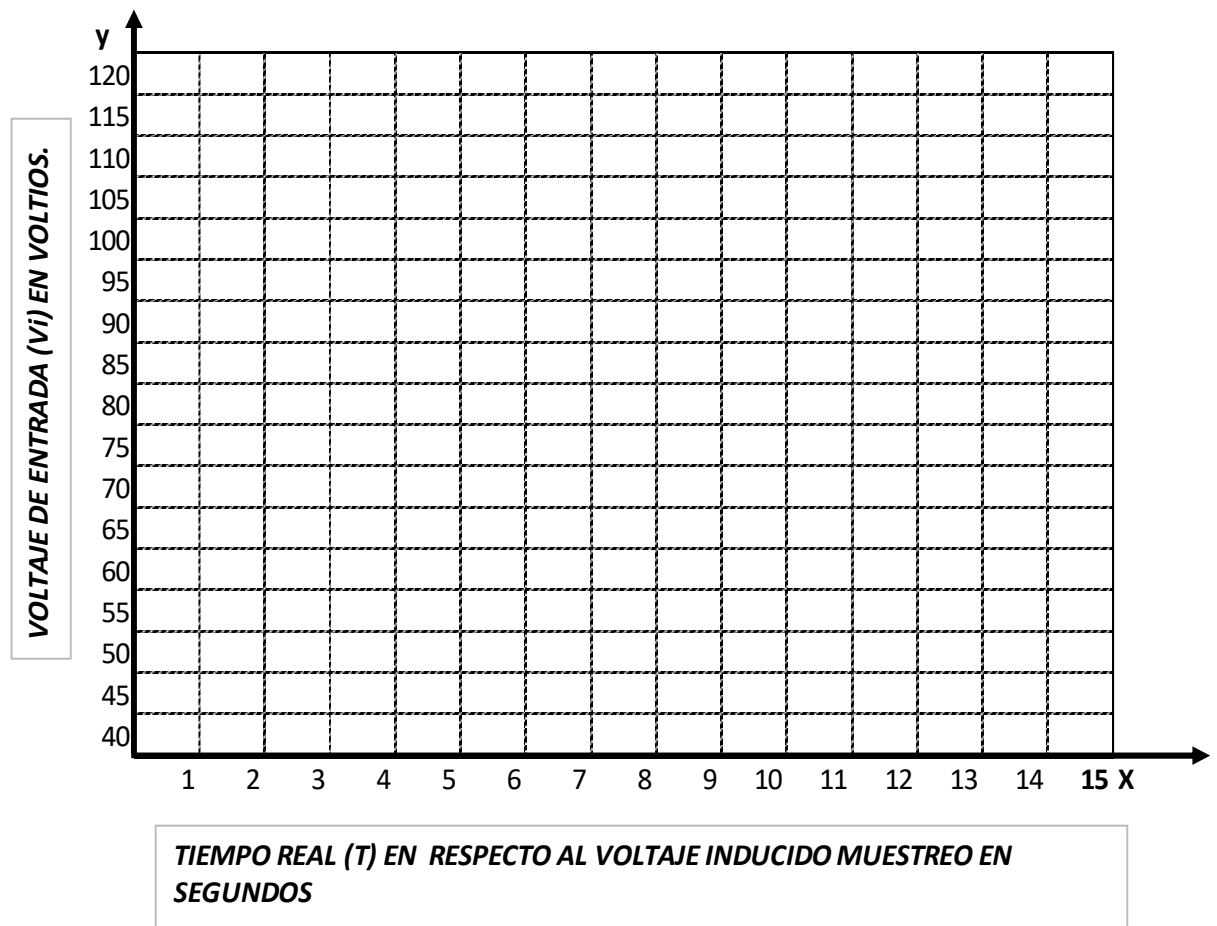
$V_{i1} =$ $V_{i2} =$ $V_{i3} =$ $V_{i4} =$ $V_{i5} =$ $V_{i6} =$

5. De las opciones que le ofrece el entorno de desarrollo elija el elemento de medición de corriente y conéctelo al motor abriendo el circuito para su lectura correcta (***desconecte el motor de una de las líneas de paso de corriente y conecte una de las puntas del amperímetro al motor y la otra a la línea de paso de corriente***) y verifique la variación de la corriente respecto a la variación de la entrada de voltaje, consigne los valores correspondientes al voltaje seleccionados.

$I_{c1} =$ $I_{c2} =$ $I_{c3} =$ $I_{c4} =$ $I_{c5} =$ $I_{c6} =$

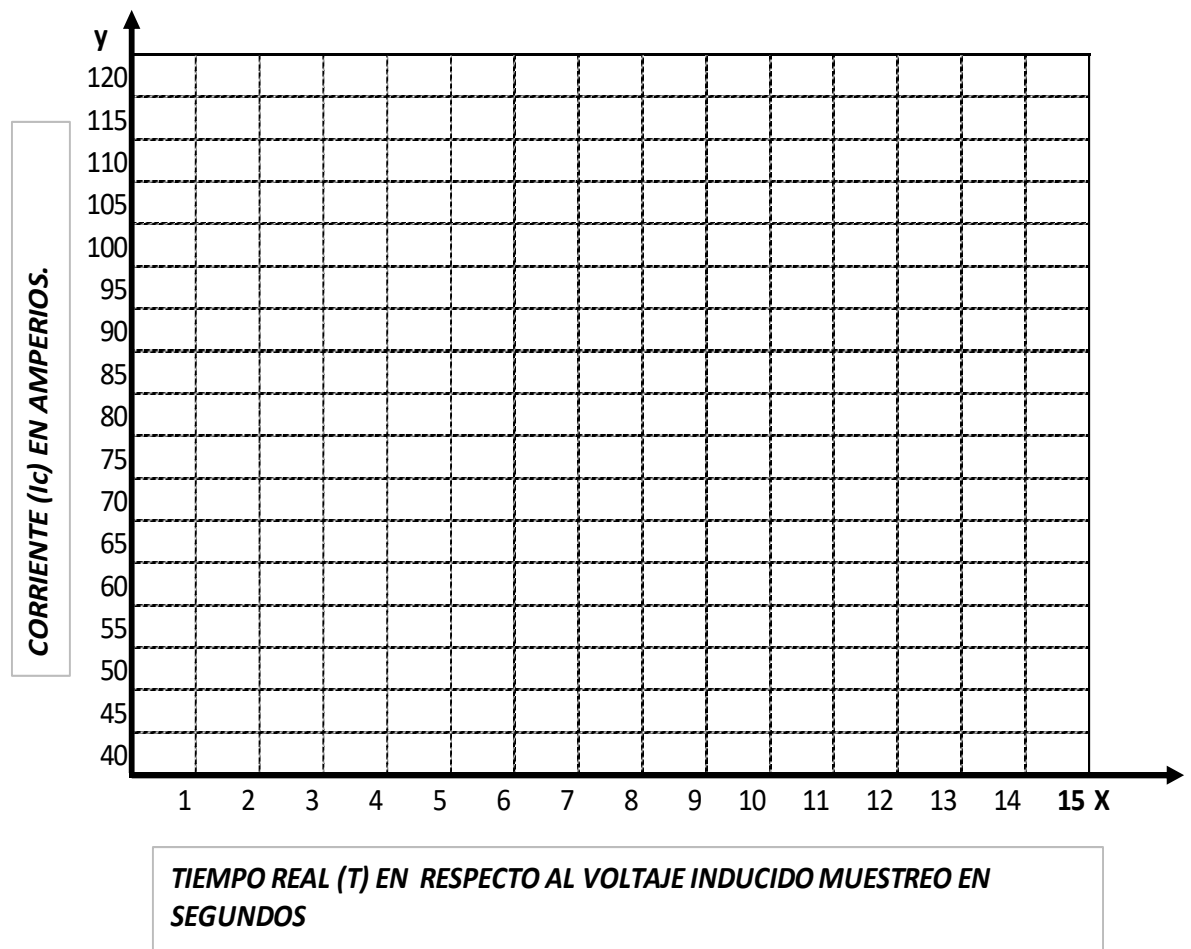
6. Explique brevemente el comportamiento del voltaje respecto a la variación de los parámetros dada por usted, describa lo que observo entre el entorno de desarrollo y la planta física en tiempo real.

7. Realice la gráfica de voltaje vs tiempo real.



8. Explique brevemente lo que entendió del comportamiento de la gráfica anterior.

9. Realice la gráfica de corriente vs tiempo real.



10. Explique brevemente el comportamiento de la corriente respecto a la variación de los parámetros dada por usted, describa lo que observe entre el entorno de desarrollo y la planta física en tiempo real, anexo a esto describa brevemente lo que observe en la gráfica mostrada en la plataforma.

PRACTICA N° 3

(“Realizar el procedimiento para graficar la curva de variación de velocidad respecto a la entrada de voltaje”)

PROCEDIMIENTO.

1. De las opciones que le ofrece el entorno de desarrollo elija el instrumento de medición de voltaje y conéctela a la fuente del circuito, con el objetivo de verificar que la entrada de voltaje al circuito sea correcta.
2. Realice una variación de voltaje desde su punto mínimo hasta su valor máximo en la fuente de alimentación, verifique que el muestreo de los datos de presenten en tiempo real, realice la variación de voltaje dado al menos 3 minutos de tiempo entre ellos con el fin de observar como varia la velocidad en los diferentes estados y consigne los valores así:

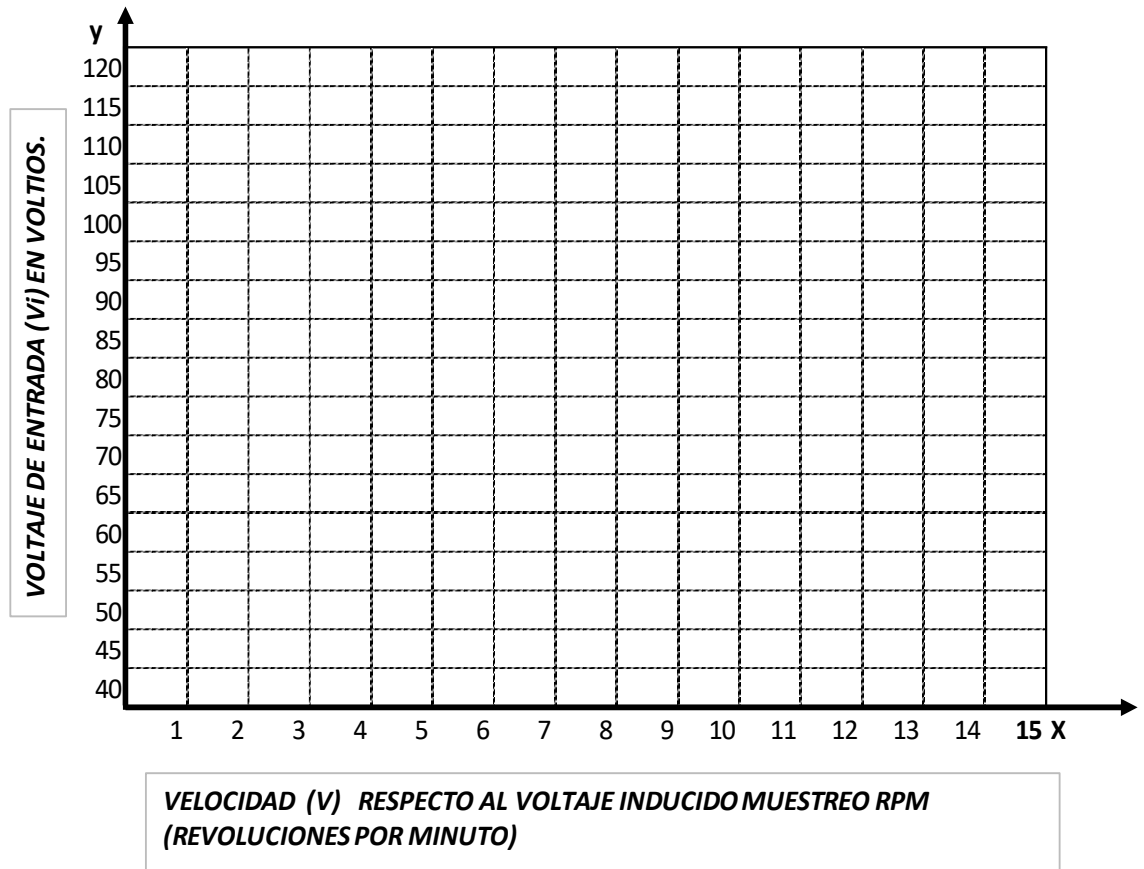
$V_{i1} =$ $V_{i2} =$ $V_{i3} =$ $V_{i4} =$ $V_{i5} =$ $V_{i6} =$

3. Consigne la variación de velocidad respecto a la entrada de voltaje que realizo en el punto anterior.

$R_{pm1} =$ $R_{pm2} =$ $R_{pm3} =$ $R_{pm4} =$

$R_{pm5} =$ $R_{pm6} =$

4. Realice la gráfica de la velocidad respecto a la variación del voltaje de entrada.



5. Explique brevemente el comportamiento de la velocidad respecto a la variación de los parámetros dada por usted, describa lo que observe entre el entorno de desarrollo y la planta física en tiempo real, anexo a esto describa brevemente lo que observe en la gráfica mostrada en la plataforma.

PRACTICA N° 4

("Realizar el cálculo de la potencia y verificar los resultados en el entorno de desarrollo")

PROCEDIMIENTO.

1. De las opciones que le ofrece el entorno de desarrollo elija el instrumento de medición de voltaje y conéctela a la fuente del circuito, con el objetivo de verificar que la entrada de voltaje al circuito sea correcta.
2. De las opciones que le ofrece el entorno de desarrollo elija el elemento de medición de corriente y conéctelo al motor abriendo el circuito para su lectura correcta (***desconecte el motor de una de las líneas de paso de corriente y conecte una de las puntas del amperímetro al motor y la otra a la línea de paso de corriente***) y verifique la variación de la corriente respecto a la variación de la entrada de voltaje, consigne los valores correspondientes al voltaje seleccionados.
3. Realice una variación de voltaje desde su punto mínimo hasta su valor máximo en la fuente de alimentación, verifique que el muestreo de los datos de presenten en tiempo real y trate de realizar la variación durante un periodo de tiempo de 2 minutos por dato y consigne los valores así:

$V_{i1} =$ $V_{i2} =$ $V_{i3} =$ $V_{i4} =$ $V_{i5} =$ $V_{i6} =$

4. De las opciones que le ofrece el entorno de desarrollo elija el elemento de medición de corriente y conéctelo al motor abriendo el circuito para su lectura correcta (***desconecte el motor de una de las líneas de paso de corriente y conecte una de las puntas del amperímetro al motor y la otra a la línea de paso de corriente***) y verifique la variación de la corriente respecto a la variación de la entrada de voltaje, consigne los valores correspondientes al voltaje seleccionados.

$I_{c1} =$ $I_{c2} =$ $I_{c3} =$ $I_{c4} =$ $I_{c5} =$ $I_{c6} =$

5. Consigne los datos de la potencia calculada respecto a la entrada variable de voltaje y la corriente que genere dicho voltaje de alimentación.

$P1 =$ $P2 =$ $P3 =$ $P4 =$ $P5 =$ $P6 =$

6. Ubique en el entorno de desarrollo el comando para visualizar la potencia obtenida en cada una de las variaciones de voltaje realizadas por usted, verifique que los datos obtenidos sean correctos.

Evaluación:

OFERTA DE EVALUACIÓN.

- Realice un trabajo escrito, investigativo respecto a los motores A.C, donde se deberá buscar toda la información posible respecto a el motor indicado, además características principales, formas de conexiones y aplicaciones principales, tenga en cuenta que deberá regirse al formato solicitado por los autores que en este caso será IEEE “ formato ingenieril “, anexo a esto el documento será revisado y debidamente calificado por los autores, siendo 3.0 la nota requerida para aprobar el curso, de no ser así el curso realizado anteriormente no tendrá validez.

Una vez elegido el método de evaluación, realice su prueba de manera individual y a conciencia, recordando que el objetivo principal es la introducción al mundo de los motores eléctricos en este caso el motor A.C y todo lo que usted pueda aprender se deberá al empeño, dedicación y concentración que se le impartan a este curso vía online.

- Anexo se revisará de manera minuciosa las guías desarrolladas por usted las cuales, debe solucionar, escanear y enviar vía online.

Bibliografía:

- **Jonathan, Rodriguez Andrade. 2014.** *DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA CARACTERIZACIÓN DE MOTORES ELECTRICOS MONOFASICOS.* Mexico : Universidad Nacional Autonoma de Mexico, 2014. tesis de grado.
- **Caceres Chiquillo Juan Jose, Morales Hernandez Rigoberto Alfonso, Vasquez Novoa Gustavo. 2012.** *AUTOMATIZACIÓN DEL BANCO DIDÁCTICO DEL LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS.* Santa tecla : Escuela especializada en ingeniería ITCA, 2012. Tesis de pregrado .
- **Benjamin, Matienzo. 2011.** Motores Electricos . *Motores Electricos* . [En línea] Escuela de Educacion tecnia N° 279, 2011. [Citado el: 04 de Abril de 2016.] <https://sites.google.com/site/279motoreselectricos/ejercicios/2-7-1-practica>.
- **Cornejo Ponce Erick Alexander, Tinajero Guerra Jorge Oswaldo. 2015.** *DISEÑO Y CONTRUCCION DE UN BANCO DIDACTICO PARA PRUEBAS DE MOTORES MONOFASICOS.* Guayaquil. Ecuador : Universidad Politecnica Salesiana, 2015. Tesis de pregrado.

PRACTICA N° 3 BANCO DE PRUEBAS PARA SERVOMOTOR

**UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA
GUÍA DE LABORATORIO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA
MECATRONICA**

**ENTRENADOR REMOTO DE MOTORES ELÉCTRICOS
BASADO EN UNA PLATAFORMA WEB Y EL
SOFTWARE DE PROCESOS LABVIEW PARA EL
ACOMPAÑAMIENTO DE ASIGNATURAS VIRTUALES
EN TECNOPARQUE – SENA**

AUTORES:

ALUMNO:

JOHN SEBASTIAN BUSTAMANTE

Aspirante al título ING MECATRONICA

ALUMNO:

JOHN ANDERSON GALVIS

Aspirante al título ING MECATRONICA

DIRECTOR:

M.SC. LUIS CARLOS MENESES SILVA

M.Sc. en Ingeniería del Mantenimiento

Ingeniero en Automática Industrial

TUTOR TECNOPARQUE:

ING. NELSON GIOVANNY AGUDELO.

Gestor del Laboratorio de Electrónica y Telecomunicaciones Tecnoparque SENA

Ingeniero en Telecomunicaciones.

TUTOR TECNOPARQUE:

ING. HENRY ARIAS BERNAL

Gestor del Laboratorio de Electrónica y Telecomunicaciones Tecnoparque SENA

Ingeniero en control.

Introducción:

El objetivo principal de realizar prácticas orientadas a motores eléctricos es implementar métodos óptimos y oportunos de enseñanza tomando temas básicos de aprendizaje donde es posible generar una interacción entre una planta física real, un sistema de desarrollo virtual y cualquier persona que desee tomar el curso.

El usuario podrá interactuar directamente con una planta física conectada a distancia por medio de una interfaz gráfica diseñada y previamente construida, en donde encontrara los métodos correctos para entender y desarrollar la práctica de motores eléctricos, a medida de que avance por la interfaz gráfica, la complejidad del curso será mayor pero la fuente de aprendizaje de igual manera será mayor, llevando a la persona que se encuentre desarrollando el curso a captar cada vez más y más información.

Para realizar con éxito esta práctica de laboratorio se debe seguir uno a uno los pasos propuestos por los autores, a continuación, se plantea una serie de actividades a desarrollar, con el fin de que usted como usuario comprenda la viabilidad, funcionalidad y características principales de un SERVOMOTOR.

GENERALIDADES:

Marco referencial.

➤ **Servomotor.**

El servo motor cumple las mismas condiciones de operación que un motor de corriente continua con la capacidad de ubicarse en cualquier posición dentro de su rango específico de trabajo y mantenerse estable en dicha ubicación. Puede ser controlado tanto en su velocidad como en su posición, están compuestos por 3 elementos principales: un motor, una caja reductora y un circuito de control [3] al ser energizado tiene la capacidad de alcanzar una posición y mantenerse fijo en esta, para lograr esto cuenta con 3 terminales, uno para la alimentación positiva, otro donde se debe aplicar un tren de pulsos y el ultimo es la referencia a tierra, el tren de pulsos debe tener un tiempo en alto dependiendo de la posición deseada, este puede variar para cada fabricante teniendo en cuenta que el ciclo de operación de un servomotor es de 0° a 180°.

➤ **Fuente de voltaje.**

La fuente de voltaje logra transformar la tensión alterna en diferentes y varias tensiones donde podemos clasificarlas como fuentes de alimentación conmutada o lineal y logra generar la suficiente corriente eléctrica necesaria para que cualquier dispositivo pueda funcionar.

➤ **Contacto normalmente abierto.**

El estado natural de un contacto es normalmente abierto o normalmente cerrado, el objetivo principal de un interruptor como su nombre lo indica es interrumpir el paso del flujo de corriente que transite en un punto determinado de un circuito eléctrico o electrónico.

➤ **Voltímetro.**

Instrumento que proporciona una lectura o medición en voltios de la diferencia existente de potencial en su entrada del circuito (Voltaje de alimentación) o dos puntos específicos del circuito.

➤ **Motor de corriente continua (DC)**

Al introducir el voltaje a sus dos terminales el motor gira en sentido a su velocidad máxima, el motor es el encargado de brindarle la movilidad al servo, cuando es aplicado el voltaje inversamente en sus dos terminales el motor realiza una inversión de giro.

➤ **Engranajes reductores**

Engranajes que se encarga de reducir la alta velocidad de giro del motor con el fin de aumentar su torque.

➤ **Sensor de desplazamiento**

Suele ser un potenciómetro colocado en el eje de salida del servo que identifica que movimiento está realizando por ende será posible ubicarlo en el ángulo que el usuario desee mientras no esté por fuera de los límites establecidos.

• **Circuito de control**

Driver electrónico encargado de realizar el control de posicionamiento, compara la señal de entrada (posición deseada) con la posición requerida por el usuario sea por medio de un potenciómetro o por un software variando el PWM del motor.

Objetivos:

- Realizar la práctica propuesta tratando de no cometer errores significativos siguiendo paso a paso el procedimiento propuesto.
- Conocer y comprender el funcionamiento de un SERVOMOTOR cuando este se encuentra en vacío.
- Observar los diferentes comportamientos al momento de evaluar las variables dependientes del mismo.
- Visualizar la caracterización de un SERVOMOTOR al momento de realizar una marcha constante.
- Aprender la manera correcta y óptima de usar el SERVOMOTOR.

Contenidos:

- Realizar el procedimiento para graficar las formas de onda.
- Realizar el cálculo de la potencia y verificar los resultados en el entorno de desarrollo.
- Realizar el procedimiento para graficar la curva característica de voltaje generado contra corriente de excitación.
- Control de operaciones de posicionamiento del SERVOMOTOR.

Metodología:

El usuario debe realizar el diseño esquemático del circuito básico para el accionamiento del motor SERVOMOTOR, apoyándose en los componentes tales como (fuente de entrada de voltaje, motor a utilizar e interruptor normalmente abierto). Tenga presente que en el entorno de desarrollo se realizara la respectiva introducción orientada a los componentes que ofrece el aplicativo con el fin de proporcionar las herramientas adecuadas para el óptimo desarrollo de las practicas propuestas, si el procedimiento de construcción de diseño es erróneo el sistema no le permitirá acceder al entorno de desarrollo virtual propuesto por los autores y por ende no podrá dar inicio a las practicas establecidas, después de generar el diseño esquemático realizara una interacción directa con el espacio virtual y físico real donde podrá observar todo lo que el usuario desee programar guiándose de las practicas estipuladas.

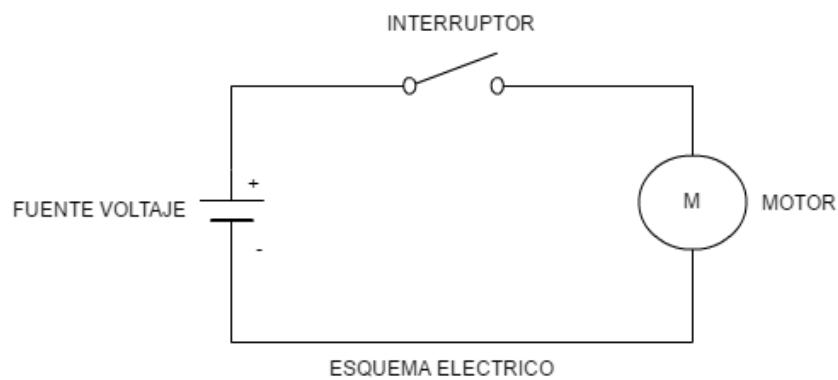
LINK DE DESCARGA PARA ACCEDER A LA PLATAFORMA.

<http://192.168.1.11:8000/LaboratorioRemoto%2CServomotor.html>

PRACTICA N° 1

(“Realizar el procedimiento para graficar las formas de onda.”)

Ilustración 3 Circuito de activación del Servomotor



Fuente: Autor

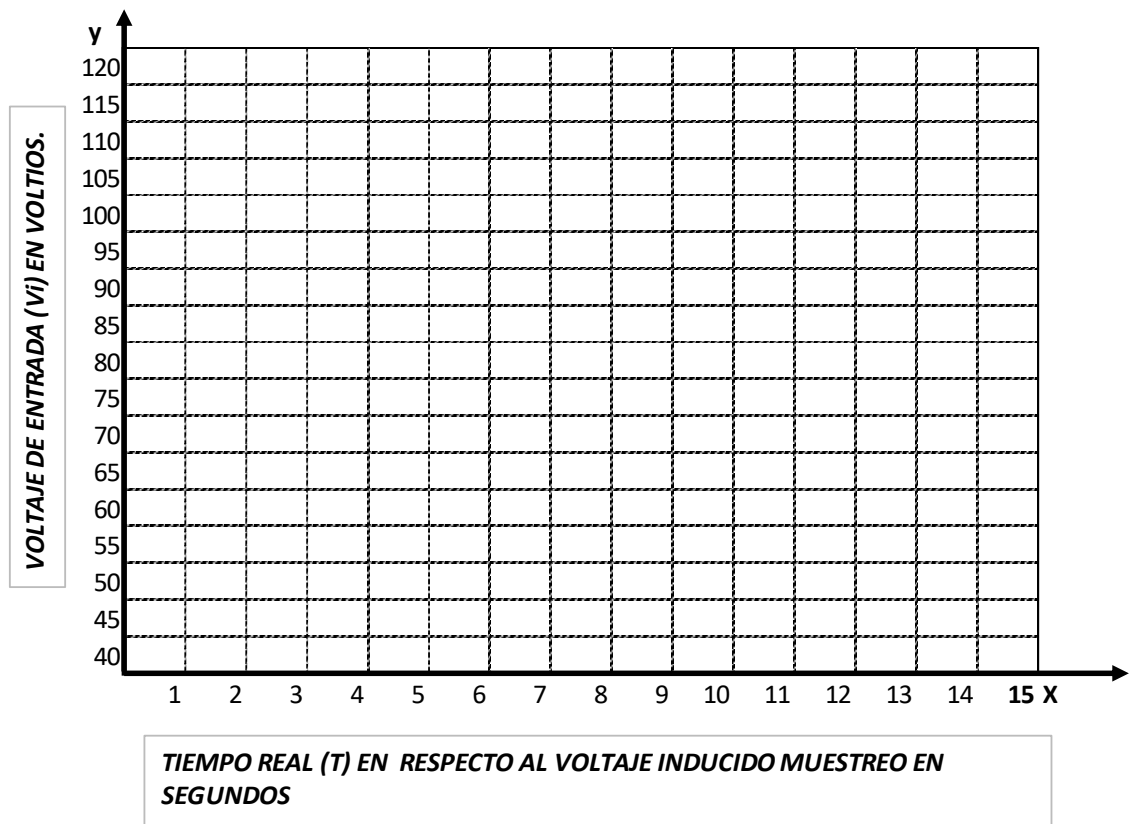
PROCEDIMIENTO.

1. Verifique los implementos necesarios para construir el circuito de arranque del motor.
 - Tome la fuente de voltaje y conéctela en serie con el interruptor normalmente abierto y al motor como lo muestra la (Ilustración 3 Circuito de activación del Servomotor.)
2. Conecte el circuito como lo indica en la (Ilustración 3 Circuito de activación del Servomotor) y verifique por el enlace web, que el motor al ponerlo en marcha inicie a girar en cualquiera de sus dos posiciones.
3. De las opciones que le ofrece el entorno de desarrollo elija el instrumento de medición de voltaje y conéctela a la fuente del circuito, con el objetivo de verificar que la entrada de voltaje al circuito sea correcta.
4. Observe el voltaje de alimentación y realice la variación del Angulo en el selector de manera incremental cliqueando el botón llamado Angulo, verifique que los muestreos de los datos se presenten en tiempo real y trate de realizar la variación durante un periodo de tiempo de 10 segundos, consigne los datos.

A1 = A2 = A3 = A4 =

5. explique brevemente el comportamiento del motor en cada una de las diferentes configuraciones, describa lo que observo entre el entorno de desarrollo y la planta física en tiempo real.

6. Realice la gráfica de las formas de onda que observo.



PRACTICA N° 2

(“Realizar el cálculo de la potencia y verificar los resultados en el entorno de desarrollo”)

PROCEDIMIENTO.

1. De las opciones que le ofrece el entorno de desarrollo elija el instrumento de medición de voltaje y conéctela a la fuente del circuito, con el objetivo de verificar que la entrada de voltaje al circuito sea correcta.
2. De las opciones que le ofrece el entorno de desarrollo elija el elemento de medición de corriente y conéctelo al motor abriendo el circuito para su lectura correcta ***(desconecte el motor de una de las líneas de paso de corriente y conecte una de las puntas del amperímetro al motor y la otra a la línea de paso de corriente)*** y verifique la variación de la corriente respecto a la variación de la entrada de voltaje, consigne los valores correspondientes al voltaje seleccionados.
3. Observe el voltaje de alimentación y realice la variación del Angulo en el selector de manera incremental cliqueando el botón llamado Angulo, verifique que los muestreos de los datos se presenten en tiempo real y trate de realizar la variación durante un periodo de tiempo de 10 segundos, consigne el dato de voltaje:

$V_{i1} =$

4. De las opciones que le ofrece el entorno de desarrollo elija el elemento de medición de corriente y conéctelo al motor abriendo el circuito para su lectura correcta ***(desconecte el motor de una de las líneas de paso de corriente y conecte una de las puntas del amperímetro al motor y la otra a la línea de paso de corriente)*** y verifique la variación de la corriente respecto a la variación del ángulo del motor.

$I_{c1} = \quad I_{c2} = \quad I_{c3} =$

5. Consigne los datos de la potencia calculada respecto a la entrada variable de voltaje y la corriente que genere dicho voltaje de alimentación.

$P1 = \quad P2 = \quad P3 =$

6. Ubique en el entorno de desarrollo el comando para visualizar la potencia obtenida en cada una de las variaciones de voltaje realizadas por usted, verifique que los datos obtenidos sean correctos.

PRACTICA N° 3

(“REALIZAR EL PROCEDIMIENTO PARA GRAFICAR LA CURVA CARACTERÍSTICA DE VOLTAJE GENERADO CONTRA CORRIENTE DE EXCITACIÓN.”)

PROCEDIMIENTO.

1. Verifique los implementos necesarios para construir el circuito de arranque del motor.
 - Tome la fuente de voltaje y conéctela en serie con el interruptor normalmente abierto y al motor como lo muestra la (Ilustración 3 Circuito de activación del Servomotor.)
2. Conecte el circuito como lo indica en la (Ilustración 3 Circuito de activación del Servomotor) y verifique por el enlace web, que el motor al ponerlo en marcha inicie a girar en cualquiera de sus dos posiciones.
3. De las opciones que le ofrece el entorno de desarrollo elija el instrumento de medición de voltaje y conéctela a la fuente del circuito, con el objetivo de verificar que la entrada de voltaje al circuito sea correcta.
4. Observe el voltaje de alimentación y realice la variación del Angulo en el selector de manera incremental cliqueando el botón llamado Angulo, verifique que los muestreos de los datos se presenten en tiempo real y trate de realizar la variación durante un periodo de tiempo de 10 segundos, consigne el dato de voltaje:

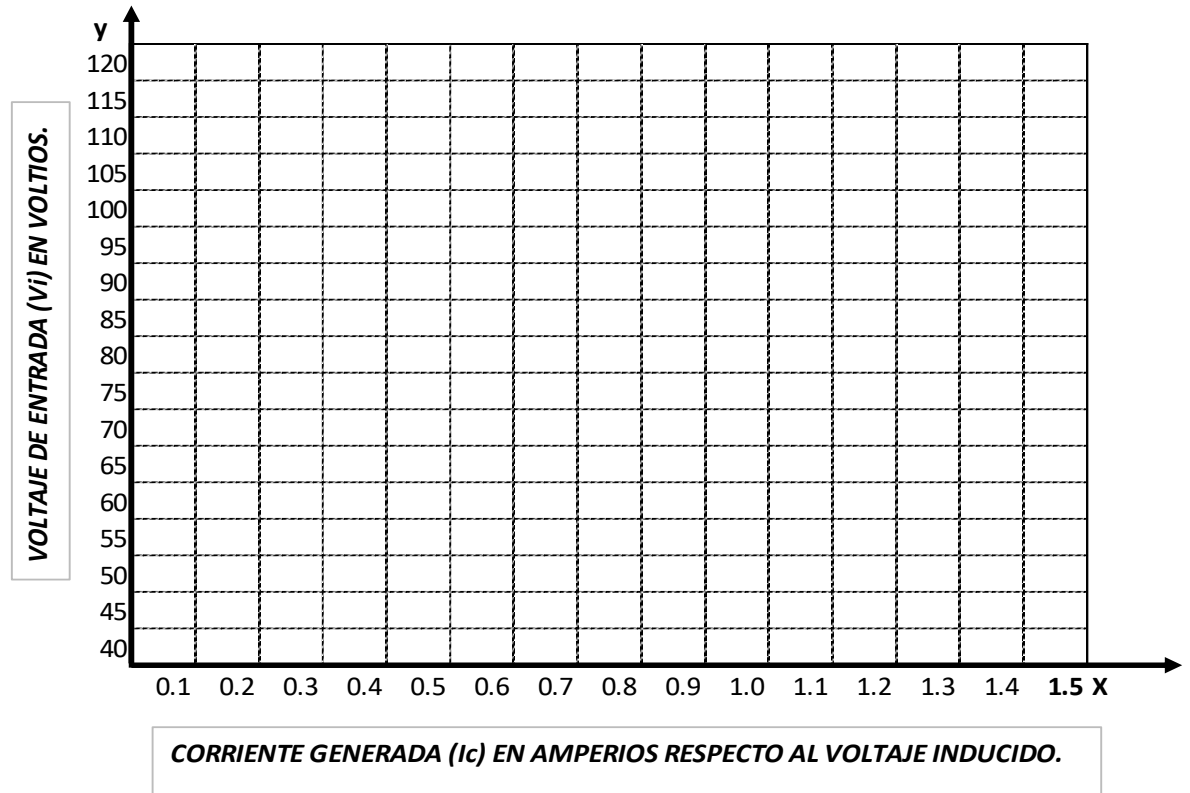
$V_{i1} =$

5. De las opciones que le ofrece el entorno de desarrollo elija el elemento de medición de corriente y conéctelo al motor abriendo el circuito para su lectura correcta (**desconecte el motor de una de las líneas de paso de corriente y conecte una de las puntas del amperímetro al motor y la otra a la línea de paso de corriente**) y verifique la variación de la corriente respecto a la variación de la entrada de voltaje, consigne los valores correspondientes al voltaje seleccionados.

$I_{c1} =$ $I_{c2} =$ $I_{c3} =$

6. Explique brevemente la respuesta de la corriente en función del aumento del ángulo del servomotor.

7. Realice la gráfica de voltaje vs el aumento de la corriente.



8. Explique brevemente lo que entendió del comportamiento de la gráfica anterior.

PRACTICA N° 4

("Control de operaciones")

PROCEDIMIENTO.

1. Verifique los implementos necesarios para construir el circuito de arranque del motor.
 - Tome la fuente de voltaje y conéctela en serie con el interruptor normalmente abierto y al motor como lo muestra la (Ilustración 3 Circuito de activación del Servomotor.)
2. Conecte el circuito como lo indica en la (Ilustración 3 Circuito de activación del Servomotor) y verifique por el enlace web, que el motor al ponerlo en marcha inicie a girar en cualquiera de sus dos posiciones.
3. De las opciones que le ofrece el entorno de desarrollo elija el instrumento de medición de voltaje y conéctela a la fuente del circuito, con el objetivo de verificar que la entrada de voltaje al circuito sea correcta.
4. Observe el voltaje de alimentación y realice la variación del ángulo como se le indica a continuación, verifique que los muestreos de los datos se presenten en tiempo real y trate de realizar la variación durante un periodo de tiempo de 10 segundos, consigne los datos.

$$A1 = 40^\circ$$

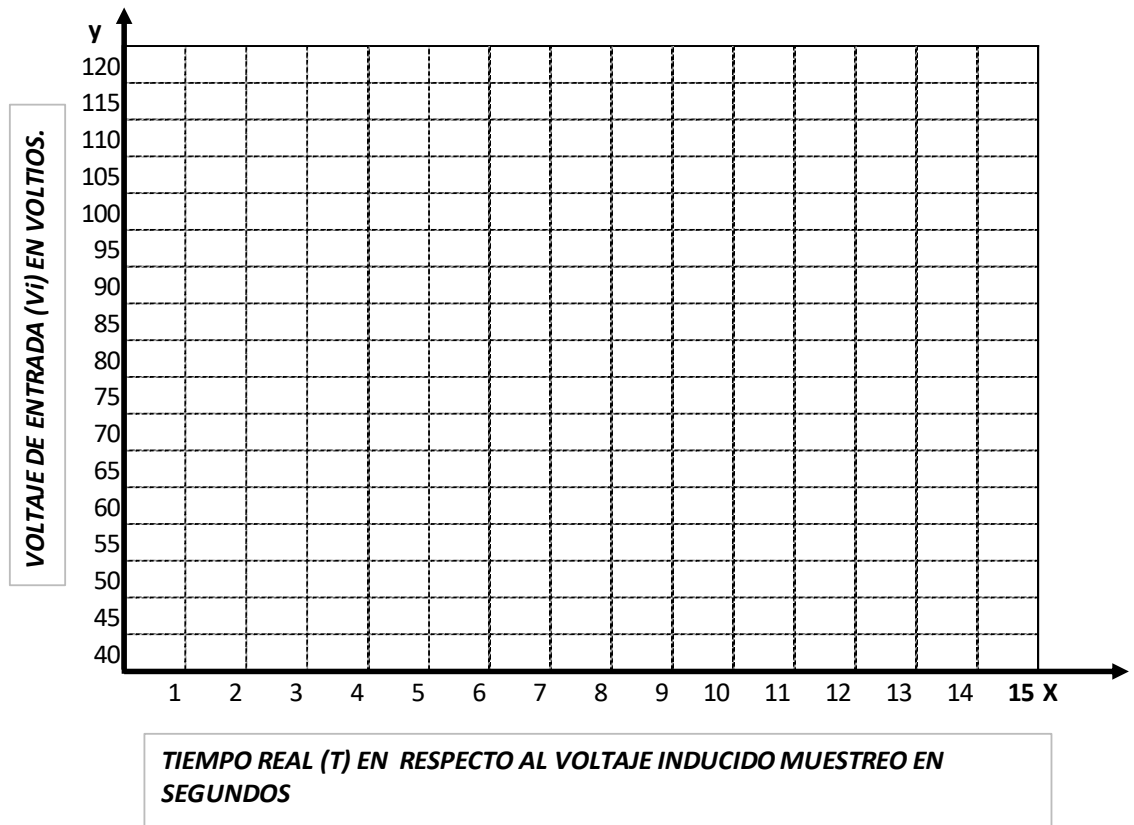
$$A2 = 190^\circ$$

$$A3 = 160^\circ$$

$$A4 = 230^\circ$$

5. explique brevemente el comportamiento del motor en cada una de las diferentes configuraciones, describa lo que observo entre el entorno de desarrollo y la planta física en tiempo real.

6. Realice la gráfica de las formas de onda que observo.



Evaluación:

OFERTA DE EVALUACIÓN.

- Realice un trabajo escrito, investigativo respecto al servomotor, donde se deberá buscar toda la información posible respecto a el motor indicado, además características principales, formas de conexiones y aplicaciones principales, tenga en cuenta que deberá regirse al formato solicitado por los autores que en este caso será IEEE “ formato ingenieril “, anexo a esto el documento será revisado y debidamente calificado por los autores, siendo 3.0 la nota requerida para aprobar el curso, de no ser así el curso realizado anteriormente no tendrá validez.

Una vez elegido el método de evaluación, realice su prueba de manera individual y a conciencia, recordando que el objetivo principal es la introducción al mundo de los motores eléctricos en este caso el servomotor y todo lo que usted pueda aprender se deberá al empeño, dedicación y concentración que se le impartan a este curso vía online.

- Anexo se revisará de manera minuciosa las guías desarrolladas por usted las cuales, debe solucionar, escanear y enviar vía online.

Bibliografía:

- **Alberto Hernandez Gonzales. 2014.** *Servomotores*. universidad tecnologia de queretaro . Santiago de Querétaro : s.n., 2014. pág. 106, tesis de grado .
- **2007 . Aurova.** [En línea] Candelas Herias Francisco, 20 de septiembre de 2007 .
[Citado el: 8 de noviembre de 2016.]
<http://www.aurova.ua.es/previo/dpi2005/docs/publicaciones/pub09-ServoMotores/servos.pdf>.
- **Benjamin, Matienzo. 2011.** Motores Electricos . *Motores Electricos* . [En línea] Escuela de Educacion tecnia N° 279, 2011. [Citado el: 04 de Abril de 2016.]
<https://sites.google.com/site/279motoreselectricos/ejercicios/2-7-1-practica>.
- **Festo. 2013.** *PRINCIPIOS BASICOS DE LA TECNICA DE ACCIONAMIENTO DE SERVOMOTRES*. Denkendorf : Festo Didactic Gmbh & Co, 2013. Manual de Trabajo .
- **Piñeros Garzón Luis Alexander, Herrera Riaño Cesar Augusto.** *LABORATORIO ELECTIVA DE PROFUNDIACIÓN ROBOTICA "CONTROL DE UN SERVO MOTOR"*. Mta . Villavicencio : Corporacion Universitaria del Meta.

PRACTICA N° 4 BANCO DE PRUEBAS PARA MOTOR PASO A PASO

**UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA
GUÍA DE LABORATORIO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA
MECATRONICA**

**ENTRENADOR REMOTO DE MOTORES ELÉCTRICOS
BASADO EN UNA PLATAFORMA WEB Y EL
SOFTWARE DE PROCESOS LABVIEW PARA EL
ACOMPAÑAMIENTO DE ASIGNATURAS VIRTUALES
EN TECNOPARQUE – SENA**

AUTORES:

ALUMNO:

JOHN SEBASTIAN BUSTAMANTE

Aspirante al título ING MECATRONICA

ALUMNO:

JOHN ANDERSON GALVIS

Aspirante al título ING MECATRONICA

DIRECTOR:

M.SC. LUIS CARLOS MENESES SILVA

M.Sc. en Ingeniería del Mantenimiento

Ingeniero en Automática Industrial

TUTOR TECNOPARQUE:

ING. NELSON GIOVANNY AGUDELO.

Gestor del Laboratorio de Electrónica y Telecomunicaciones Tecnoparque SENA

Ingeniero en Telecomunicaciones.

TUTOR TECNOPARQUE:

ING. HENRY ARIAS BERNAL

Gestor del Laboratorio de Electrónica y Telecomunicaciones Tecnoparque SENA

Ingeniero en control.

Introducción:

El objetivo principal de realizar prácticas orientadas a motores eléctricos es implementar métodos fáciles y oportunos de enseñanza tomando temas básicos de aprendizaje donde es posible generar una interacción entre una planta física real, un sistema de desarrollo virtual y cualquier persona que desee tomar el curso.

El usuario podrá interactuar directamente con una planta física conectada a distancia por medio de una interfaz gráfica diseñada y previamente construida, en donde encontrara los métodos correctos para entender y desarrollar la práctica de motores eléctricos, a medida de que avance por la interfaz gráfica, la complejidad del curso será mayor pero la fuente de aprendizaje de igual manera será mayor, llevando a la persona que se encuentre realizando el curso a captar cada vez más y más información con el objetivo de obtener unas bases sólidas de conocimiento respecto a los motores eléctricos, en esta guía de laboratorio con énfasis en motores AC.

Observe una a una las opciones que le ofrece el entorno de desarrollo virtual y tenga en cuenta que es indispensable asumir con responsabilidad el paso a paso propuesto por los autores, ya que los malos procedimientos metodológicos pueden tener repercusiones graves en el prototipo físico, para realizar con éxito esta práctica de laboratorio se debe seguir el procedimiento indicado, a continuación se plantea una serie de actividades a desarrollar, con el fin de que usted como usuario comprenda la viabilidad, funcionalidad y características principales de un MOTOR PASO A PASO.

GENERALIDADES:

Marco referencial.

➤ Motor PASO A PASO

El motor paso a paso se caracteriza por ser un dispositivo electromecánico que convierte una serie de impulsos eléctricos en desplazamientos discretos angulares, esto significa que puede avanzar una serie de grados (pasos) dependiendo su entrada de control, el cual puede ser gobernado por impulsos procedentes de sistemas lógico programables, ahora es indispensable tener en cuenta el tipo de motor para poder diseñar correctamente el circuito el cual va a gobernar, usualmente la aplicabilidad de este es tipo industrial siendo programado para cumplir tareas precisas donde es necesario tener un giro en un tiempo (t) el cual garantiza que el movimiento del motor sea específico y controlado, presenta características generales como el giro en pasos de 0° a 360° con capacidad de variar su velocidad.

➤ Fuente de voltaje.

La fuente de voltaje logra transformar la tensión alterna en diferentes y varias tensiones donde podemos clasificarlas como fuentes de alimentación conmutada o lineal y logra generar la suficiente corriente eléctrica necesaria para que cualquier dispositivo pueda funcionar.

➤ Contacto normalmente abierto.

El estado natural de un contacto es normalmente abierto o normalmente cerrado, el objetivo principal de un interruptor como su nombre lo indica es interrumpir el paso del flujo de corriente que transite en un punto determinado de un circuito eléctrico o electrónico.

➤ Voltímetro.

Instrumento que proporciona una lectura o medición en voltios de la diferencia existente de potencial en su entrada del circuito (Voltaje de alimentación) o dos puntos específicos del circuito.

➤ Potencia.

La potencia eléctrica es posible definirla como la velocidad del flujo eléctrico que se moviliza por un espacio determinado conocido como consumo de energía, la forma más fácil de realizar el cálculo de la potencia de un motor AC es con la relación entre la variación del voltaje inducido respecto a la corriente generada respecto a esa entrada de voltaje con la siguiente formula.

$$P = Vi * Ic$$

➤ Formas de onda

El motor paso a paso utilizado en este curso posee 4 bobinas de activación las cuales se definen como secuencias de encendido, su funcionamiento será diferente sin necesidad de perder sus condiciones indispensables tales como voltaje de alimentación y corriente nominal.

- **Paso Simple:** esta secuencia consta de activar cada bobina por separado, es el método más usado, pero cuando se necesita fuerza no es el más efectivo.

Ilustración 4 Secuencia de paso simple

1	0	0	0
0	1	0	0
0	0	1	0
0	0	0	1

Fuente: Autores

- **Paso doble:** esta secuencia consta de activar bobinas de dos en dos proporciona pasos bruscos debidos al campo magnético generado por ende genera más fuerza y retiene el rotor en su sitio.

Ilustración 5 Secuencia Paso doble

1	1	0	0
0	1	1	0
0	0	1	1
1	0	0	1

Fuente: Autores

- **Medio Paso:** es la combinación de los dos tipos de secuencias vistas anteriormente, proporciona pasos más precisos y finos generando el doble del movimiento para el recorrido de los 360 grados.

Ilustración 6 Secuencia Medio paso

1	0	0	0
1	1	0	0
0	1	0	0
0	1	1	0
0	0	1	0
0	0	1	1
0	0	0	1
1	0	0	1

Fuente: Autores

Objetivos:

- Realizar la práctica propuesta tratando de no cometer errores significativos siguiendo paso a paso el procedimiento propuesto.
- Conocer y comprender el funcionamiento del motor PASO A PASO cuando este se encuentra en vacío.
- Observar los diferentes comportamientos al momento de evaluar las variables dependientes del mismo.
- Visualizar la caracterización del motor A.C al momento de realizar una marcha constante.
- Aprender la manera correcta y óptima de usar el motor PASO A PASO.

Contenidos:

- Realizar el procedimiento para graficar la curva característica de voltaje generado contra corriente de excitación.
- Realizar el procedimiento para graficar voltaje y corriente respecto al tiempo.
- Visualizar la frecuencia de las formas de onda con secuencia a medio paso y paso completo.
- Realizar el procedimiento para graficar la curva de variación de velocidad respecto a la frecuencia de la secuencia.
- Realizar el cálculo de la potencia y verificar los resultados en el entorno de desarrollo.

Metodología:

El usuario debe realizar el diseño esquemático del circuito básico para el accionamiento del motor PASO A PASO, apoyándose en los componentes tales como (fuente de entrada de voltaje, motor a utilizar e interruptor normalmente abierto). Tenga presente que en el entorno de desarrollo se realizara la respectiva introducción orientada a los componentes que ofrece el aplicativo con el fin de proporcionar las herramientas adecuadas para el óptimo desarrollo de las practicas propuestas, si el procedimiento de construcción de diseño es erróneo el sistema no le permitirá acceder al entorno de desarrollo virtual propuesto por los autores y por ende no podrá dar inicio a las practicas establecidas, después de generar el diseño esquemático realizara una interacción directa con el espacio virtual y físico real donde podrá observar todo lo que el usuario desee programar guiándose de las practicas estipuladas.

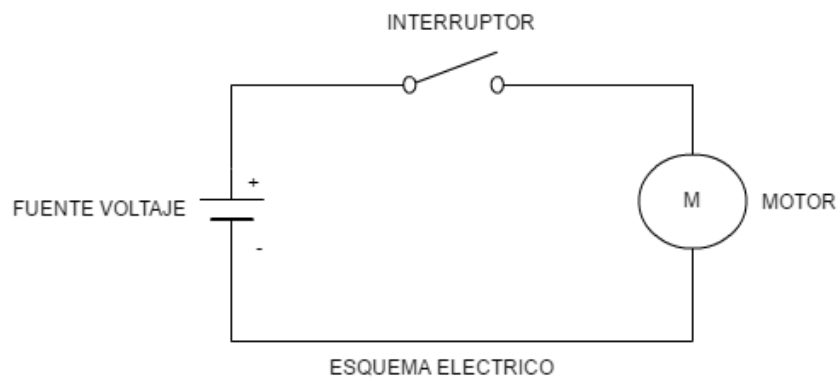
LINK DE DESCARGA PARA ACCEDER A LA PLATAFORMA.

<http://192.168.1.11:8000/LaboratorioRemoto%2CPaso.html>

PRACTICA N° 1

(“REALIZAR EL PROCEDIMIENTO PARA GRAFICAR LA CURVA CARACTERÍSTICA DE VOLTAJE GENERADO CONTRA CORRIENTE DE EXCITACIÓN.”)

Ilustración 7 Circuito en Serie Motor Paso a Paso



Fuente: Autor

PROCEDIMIENTO.

1. Verifique los implementos necesarios para construir el circuito de arranque del motor.
 - Tome la fuente de voltaje y conéctela en serie con el interruptor normalmente abierto y al motor como lo muestra la (Ilustración 7 Circuito en Serie Motor Paso a Paso.)
2. Conecte el circuito como lo indica en la (Ilustración 7 Circuito en Serie Motor Paso a Paso) y verifique por el enlace web, que el motor al ponerlo en marcha inicie a girar en cualquiera de sus dos posiciones.
3. De las opciones que le ofrece el entorno de desarrollo elija el instrumento de medición de voltaje y conéctela a la fuente del circuito, con el objetivo de verificar que la entrada de voltaje al circuito sea correcta.
4. Observe el voltaje de alimentación en cada uno de los métodos de arranque del motor paso doble, medio paso y paso completo, verifique que el muestreo de los datos de presenten en tiempo real y trate de realizar la variación durante un periodo de tiempo de 10 segundos por dato y consigne los valores así:

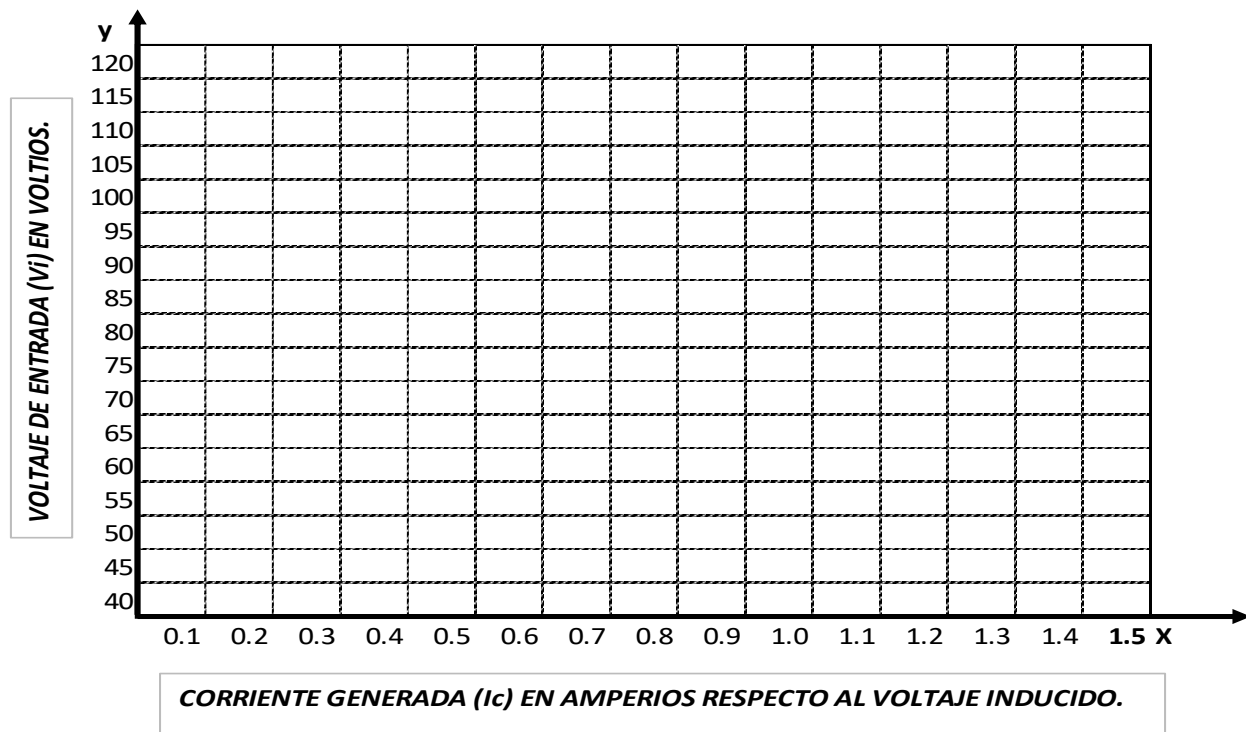
$$V_{i1} =$$

5. De las opciones que le ofrece el entorno de desarrollo elija el elemento de medición de corriente y conéctelo al motor abriendo el circuito para su lectura correcta (***desconecte el motor de una de las líneas de paso de corriente y conecte una de las puntas del amperímetro al motor y la otra a la línea de paso de corriente***) y verifique la variación de la corriente respecto al entrada de voltaje, consigne los valores correspondientes al voltaje seleccionados.

$$I_{c1} = \quad I_{c2} = \quad I_{c3} =$$

6. Explique brevemente la respuesta de la corriente en función del aumento constante de voltaje desde su fuente de alimentación.

7. Realice la gráfica de voltaje vs el aumento de la corriente.



8. Explique brevemente lo que entendió del comportamiento de la gráfica anterior.

PRACTICA N° 2

(“Realizar el procedimiento para graficar voltaje y corriente respecto al tiempo”)

PROCEDIMIENTO.

1. Verifique los implementos necesarios para construir el circuito de arranque del motor.
 - Tome la fuente de voltaje y conéctela en serie con el interruptor normalmente abierto y al motor como lo muestra la (Ilustración 7 Circuito en Serie Motor Paso a Paso.)

2. Conecte el circuito como lo indica en la (Ilustración 7 Circuito en Serie Motor Paso a Paso) y verifique por el enlace web, que el motor al ponerlo en marcha inicie a girar en cualquiera de sus dos posiciones.
3. De las opciones que le ofrece el entorno de desarrollo elija el instrumento de medición de voltaje y conéctela a la fuente del circuito, con el objetivo de verificar que la entrada de voltaje al circuito sea correcta.
4. Observe el voltaje de alimentación en cada uno de los métodos de arranque del motor paso doble, medio paso y paso completo, verifique que el muestreo de los datos de presenten en tiempo real y trate de realizar la variación durante un periodo de tiempo de 10 segundos por dato y consigne los valores así:

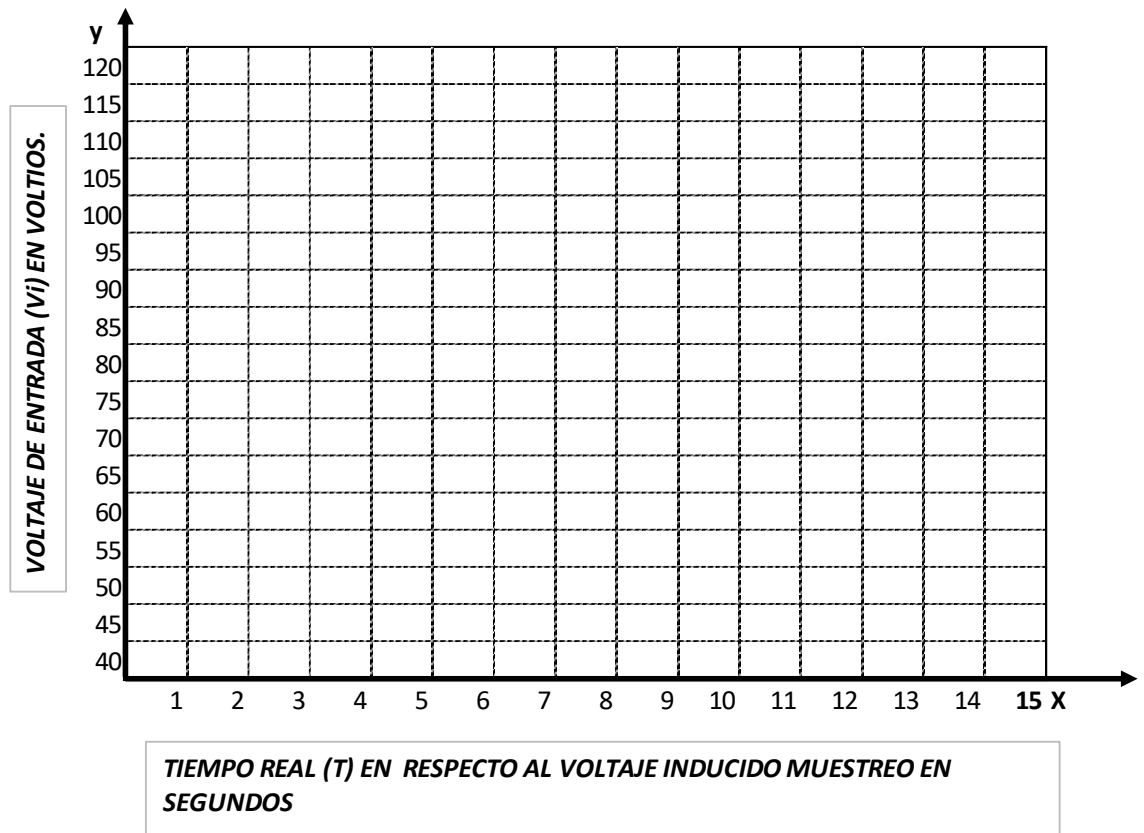
$V_{i1} =$

5. De las opciones que le ofrece el entorno de desarrollo elija el elemento de medición de corriente y conéctelo al motor abriendo el circuito para su lectura correcta (***desconecte el motor de una de las líneas de paso de corriente y conecte una de las puntas del amperímetro al motor y la otra a la línea de paso de corriente***) y verifique la variación de la corriente respecto al voltaje, consigne los valores correspondientes al voltaje seleccionados.

$I_{c1} = \quad I_{c2} = \quad I_{c3} =$

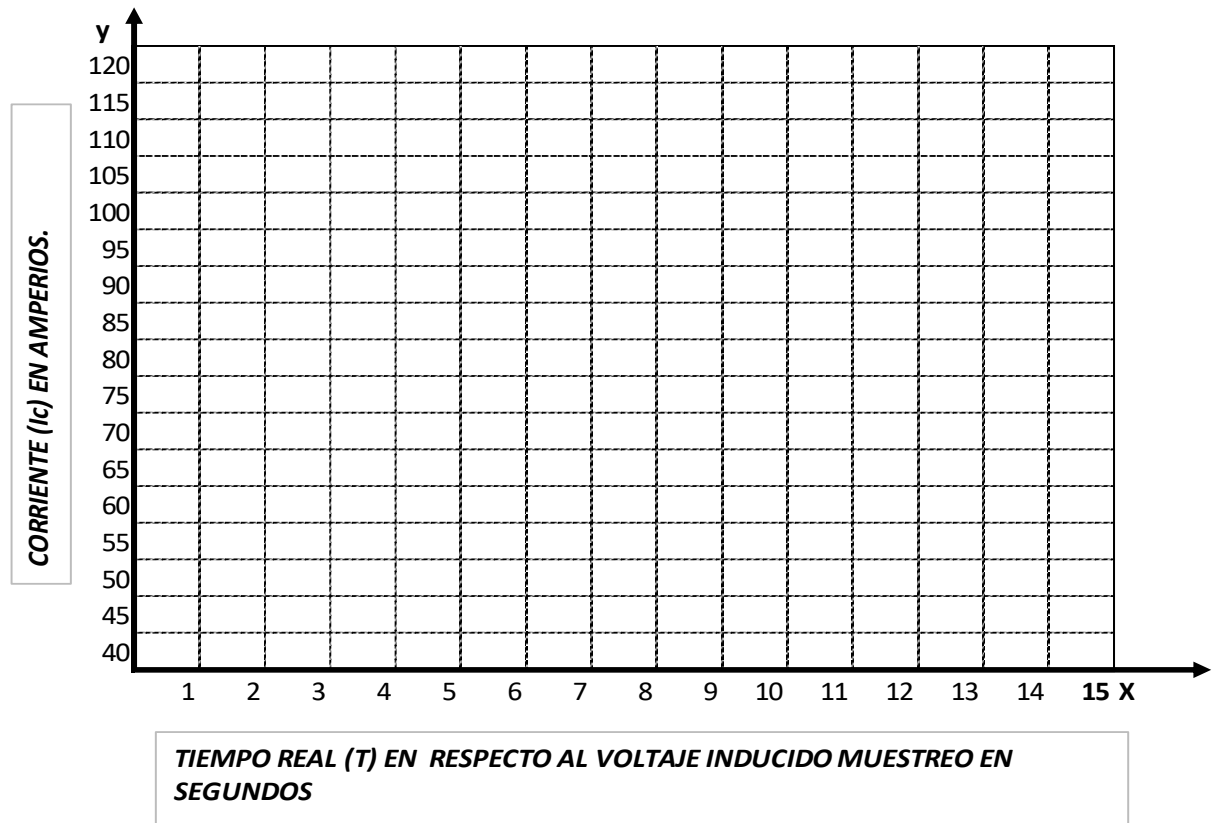
6. Explique brevemente el comportamiento del voltaje respecto a la variación de los parámetros dada por usted, describa lo que observe entre el entorno de desarrollo y la planta física en tiempo real.

7. Realice la gráfica de voltaje vs tiempo real.



8. Explique brevemente lo que entendió del comportamiento de la gráfica anterior.

9. Realice la gráfica de corriente vs tiempo real.



10. Explique brevemente el comportamiento de la corriente respecto a la variación de los parámetros dada por usted, describa lo que observe entre el entorno de desarrollo y la planta física en tiempo real, anexo a esto describa brevemente lo que observe en la gráfica mostrada en la plataforma.

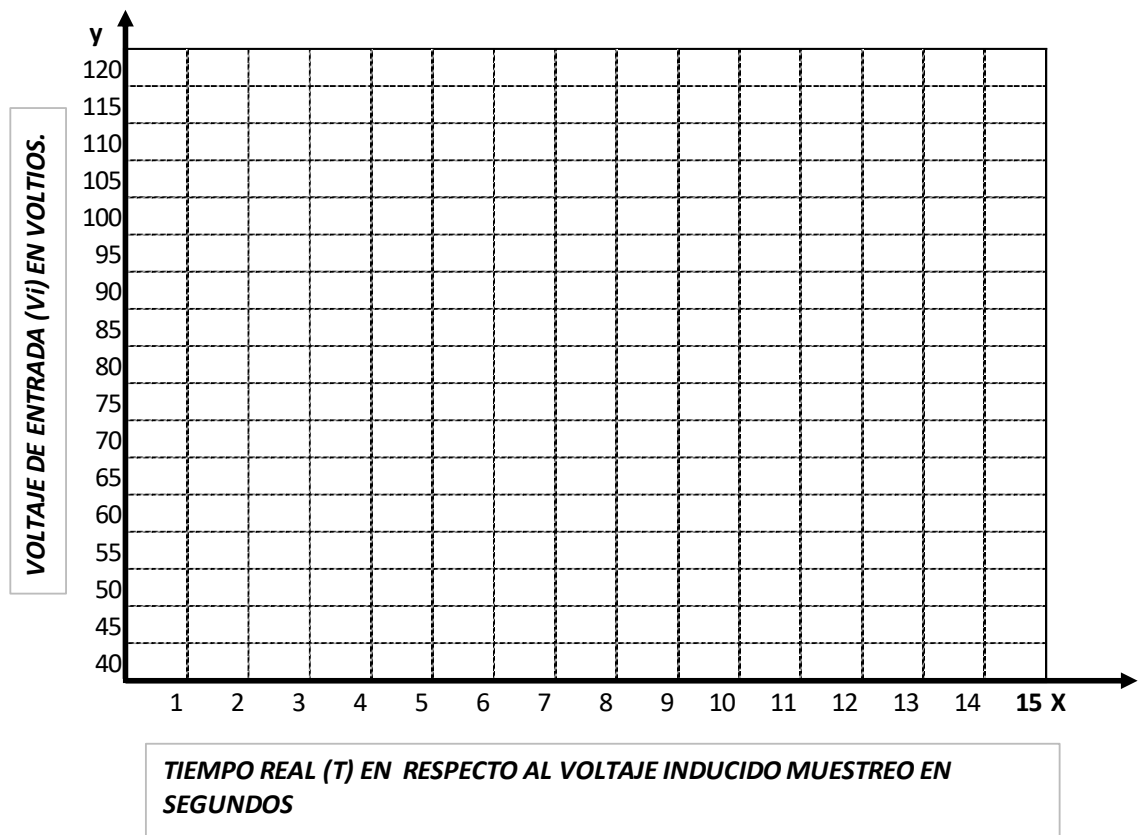
PRACTICA N° 3

(“Visualizar la frecuencia de las formas de onda con secuencia a medio paso y paso completo”)

PROCEDIMIENTO.

1. Verifique los implementos necesarios para construir el circuito de arranque del motor.
 - Tome la fuente de voltaje y conéctela en serie con el interruptor normalmente abierto y al motor como lo muestra la (Ilustración 7 Circuito en Serie Motor Paso a Paso.)
2. Conecte el circuito como lo indica en la (Ilustración 7 Circuito en Serie Motor Paso a Paso) y verifique por el enlace web, que el motor al ponerlo en marcha inicie a girar en cualquiera de sus dos posiciones.
3. De las opciones que le ofrece el entorno de desarrollo elija el instrumento de medición de voltaje y conéctela a la fuente del circuito, con el objetivo de verificar que la entrada de voltaje al circuito sea correcta.
4. Observe el voltaje de alimentación en cada uno de los métodos de arranque del motor paso doble, medio paso y paso completo, verifique que el muestreo de los datos de presenten en tiempo real y trate de realizar la variación durante un periodo de tiempo de 10 segundos, explique brevemente el comportamiento del motor en cada una de las diferentes configuraciones, describa lo que observe entre el entorno de desarrollo y la planta física en tiempo real.

5. Realice la gráfica de las formas de onda que observe.



PRACTICA N° 4

("Realizar el procedimiento para graficar la curva de variación de velocidad respecto a la entrada de voltaje")

PROCEDIMIENTO.

1. De las opciones que le ofrece el entorno de desarrollo elija el instrumento de medición de voltaje y conéctela a la fuente del circuito, con el objetivo de verificar que la entrada de voltaje al circuito sea correcta.
2. Respecto al voltaje de alimentación verifique la velocidad obtenida en cada uno de los métodos de encendido del motor, medio paso, paso completo y paso simple:

$$V_{i1} = \quad V_{i2} = \quad V_{i3} =$$

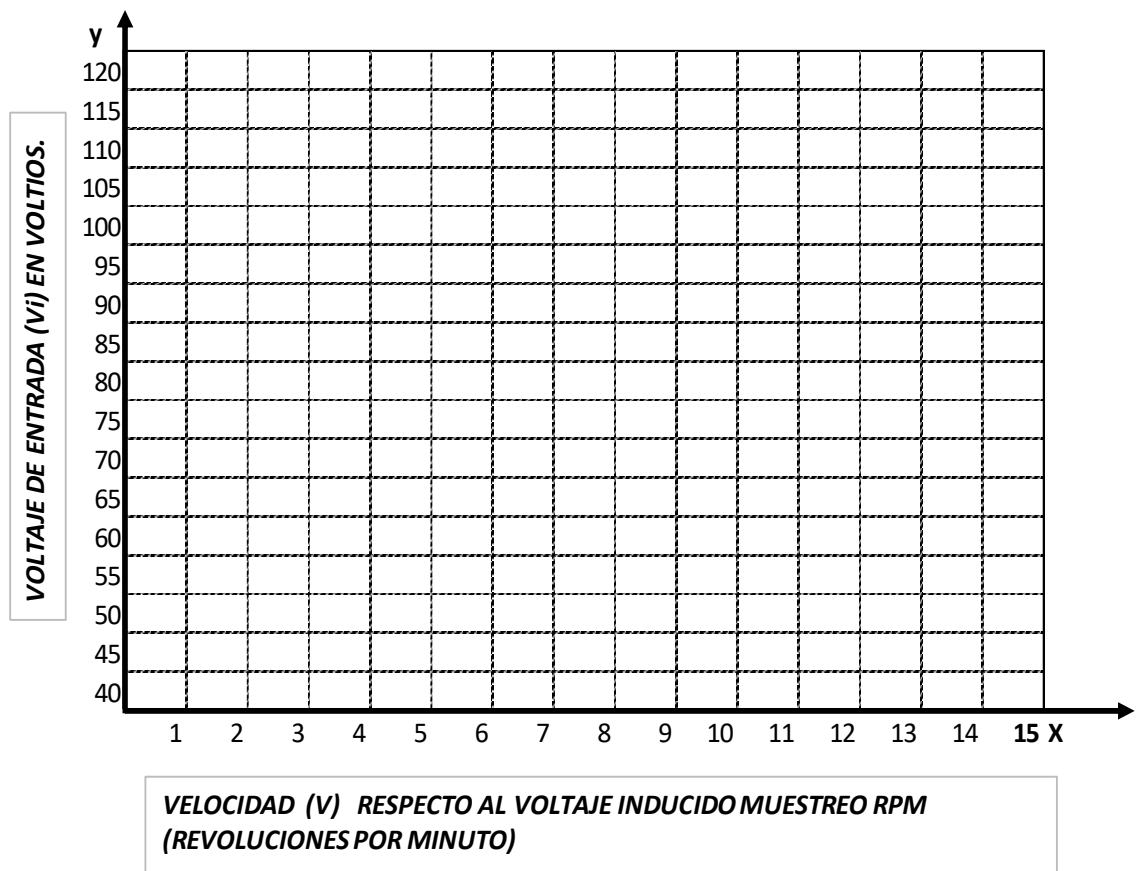
3. Consigne la variación de velocidad respecto a la entrada de voltaje que realizo en el punto anterior.

Rpm1 =

Rpm2 =

Rpm3 =

4. Realice la gráfica de la velocidad respecto a la variación del voltaje de entrada.



5. Explique brevemente el comportamiento de la velocidad respecto a la variación de los parámetros dada por usted, describa lo que observo entre el entorno de desarrollo y la planta física en tiempo real, anexo a esto describa brevemente lo que observo en la gráfica mostrada en la plataforma.

PRACTICA N° 5

(“Realizar el cálculo de la potencia y verificar los resultados en el entorno de desarrollo”)

PROCEDIMIENTO.

1. De las opciones que le ofrece el entorno de desarrollo elija el instrumento de medición de voltaje y conéctela a la fuente del circuito, con el objetivo de verificar que la entrada de voltaje al circuito sea correcta.
2. Observe el voltaje de alimentación en cada uno de los métodos de arranque del motor paso doble, medio paso y paso completo, verifique que el muestreo de los datos de presenten en tiempo real y trate de realizar la variación durante un periodo de tiempo de 10 segundos por dato y consigne los valores así:

$V_{i1} =$

3. De las opciones que le ofrece el entorno de desarrollo elija el elemento de medición de corriente y conéctelo al motor abriendo el circuito para su lectura correcta ***(desconecte el motor de una de las líneas de paso de corriente y conecte una de las puntas del amperímetro al motor y la otra a la línea de paso de corriente)*** y verifique la variación de la corriente respecto a la variación de la entrada de voltaje, consigne los valores correspondientes al voltaje seleccionados.

$I_{c1} =$ $I_{c2} =$ $I_{c3} =$

4. Consigne los datos de la potencia calculada respecto a la entrada variable de voltaje y la corriente que genere dicho voltaje de alimentación.

$P1 =$ $P2 =$ $P3 =$

Evaluación:

OFERTA DE EVALUACIÓN.

- Realice un trabajo escrito, investigativo respecto a los motores A.C, donde se deberá buscar toda la información posible respecto a el motor indicado, además características principales, formas de conexiones y aplicaciones principales, tenga en cuenta que deberá regirse al formato solicitado por los autores que en este caso será IEEE “ formato ingenieril “, anexo a esto el documento será revisado y debidamente calificado por los autores, siendo 3.0 la nota requerida para aprobar el curso, de no ser así el curso realizado anteriormente no tendrá validez.

Una vez elegido el método de evaluación, realice su prueba de manera individual y a conciencia, recordando que el objetivo principal es la introducción al mundo de los motores eléctricos en este caso el motor A.C y todo lo que usted pueda aprender se deberá al empeño, dedicación y concentración que se le impartan a este curso vía online.

- Anexo se revisará de manera minuciosa las guías desarrolladas por usted las cuales, debe solucionar, escanear y enviar vía online.

Bibliografía:

- **Benjamin, Matienzo. 2011.** Motores Electricos . *Motores Electricos* . [En línea] Escuela de Educacion tecnia N° 279, 2011. [Citado el: 04 de Abril de 2016.] <https://sites.google.com/site/279motoreselectricos/ejercicios/2-7-1-practica>.
- **Madrid, Universidad Politecnica de. 2010.** ACCIONAMIENTO BASICO DE UN MOTOR PASO A PASO CON SIRCUITO GENERADOR DE FASES (L297) + DRIVER DE POTENCIA (L298N). CONTROL DE VELOCIDAD Y DE POSCION EN LAZO ABIERTO. Madrid, ESPAÑA : Universidad Politecnica de Madrid, 2010. Guia de Laboratorio .

ANEXO B. ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD

Red Tecnoparque Colombia	
ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD Y COMPROMISO PARA LOS NUEVOS TALENTOS	Fecha: Mayo de 2013
Versión: 06	Pág. 1 de 7

ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD Y COMPROMISO PARA LOS NUEVOS TALENTOS

En la ciudad de Bogotá a los 12 días del mes de Agosto de 2014, se celebra el presente Acuerdo de Confidencialidad y Compromiso entre la RED TECNOPARQUE COLOMBIA SENA NODO Bogotá representado por los gestores participantes al Comité de selección de ideas de base tecnológica, y por otra parte el representante líder del proyecto John Galvis Niño identificado con Cédula de Ciudadanía N° 1018475407, quien en adelante se denominará EL TALENTO (Emprendedor), el cual lidera y representa el proyecto:

• Entrenador Remoto de Motores •

registrado con ID de proyecto Numero: 4864, previas las siguientes consideraciones:

CONSIDERACIONES

Debido a la naturaleza del trabajo, se hace necesario que las partes manejen información confidencial y/o sujeta a derechos de propiedad intelectual, antes, durante y en la etapa posterior a la implementación del proyecto, a su vez se establecen un conjunto de compromisos entre la Red Tecnoparque Colombia SENA y los nuevos Talentos articulados.

En mérito a lo expuesto se

ACUERDA:

CAPITULO I

DE LA CONFIDENCIALIDAD

PRIMERO. OBJETO. El objeto del presente acuerdo es fijar los términos y condiciones bajo los cuales las partes mantendrán la confidencialidad de los datos e información intercambiados entre ellas, incluyendo derechos de autor, patentes técnicas, modelos, invenciones, know-how, procesos, algoritmos, programas, ejecutables, investigaciones, detalles de diseño, información financiera, lista de clientes, bases de datos, inversionistas, empleados, relaciones de negocios y contractuales, pronósticos de negocios, planes de mercadeo o cualquier información revelada sobre terceras personas.

SEGUNDO. DEFINICIÓN DE CONFIDENCIALIDAD.¹ Constituirá "Información Confidencial" las metodologías, tecnologías, planos, prototipos, programas de computador y propiedad intelectual. Los resultados del proyecto pueden considerarse confidenciales, si el Talento así lo define.

El SENA se reserva el uso de los resultados de los proyectos, cuando ello sea necesario o requerido por los procesos de formación profesional, respetando siempre la propiedad intelectual y comercial de los resultados, la reserva de la información clasificada como confidencial y que será expresamente determinada durante el proceso de aprobación y desarrollo del proyecto.

¹ ACUERDO No. 00003 DE 2012, ARTÍCULO SEGUNDO. Definiciones. Confidencialidad.



Red Tecnoparque Colombia

**ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD Y COMPROMISO
 PARA LOS NUEVOS TALENTOS**

Fecha: Mayo de 2013

Versión: 06

Pág. 2 de 7

TERCERO. CONFIDENCIALIDAD. Las partes acuerdan que cualquier información intercambiada, facilitada o creada entre ellas durante la implementación del proyecto, será mantenida en estricta confidencialidad. El Comité de Selección de Ideas de Base Tecnológica y en general la Red Tecnoparque sólo podrá revelar información confidencial a quienes la necesiten y estén autorizados previamente por los talentos/emprendedores integrantes del proyecto. Se considera también información confidencial: a) La que no sea de fácil acceso, b) Aquella información que no esté sujeta a medidas de protección razonables, de acuerdo con las circunstancias del caso, a fin de mantener su carácter confidencial. El Talento o grupo de Talentos que se incorpora(n) a la Red Tecnoparque Colombia SENA, deberán mantener en total confidencialidad la información obtenida de otros Talentos, Gestores, etc., la cual sea considerada como información confidencial.

CUARTO. EXCEPCIONES. Teniendo en cuenta que las ideas no son protegidas por derechos de autor o patentes, no habrá deber alguno de confidencialidad en los siguientes casos: a) Cuando la parte receptora tenga evidencia de que conoce previamente la información recibida; b) Cuando la información recibida sea de dominio público; c) Cuando la información es revelada por el propietario y este acepta que puede ser utilizada como información de dominio público.

QUINTO. DURACIÓN. Los compromisos que asume el Talento a través de este acuerdo regirán durante el tiempo que dure el desarrollo del proyecto, con respecto a la confidencialidad se regirá según el artículo tercero del presente acuerdo, siempre preservando la confidencialidad de la información durante y después de finalizado el proyecto según los acuerdos que se establezcan entre el equipo de talentos desarrollador del proyecto y el Nodo de la Red Tecnoparque.

SEXTO. DERECHOS DE PROPIEDAD.¹ La propiedad intelectual del proyecto desarrollado en Tecnoparque será de sus autores, de conformidad con las normas vigentes que regulan la materia según el Acuerdo No. 00009 de 2010, por el cual se establecen las políticas para el programa de Tecnocademies y Tecnoparques, Capítulo II de los Tecnoparques, artículo vigésimo: Propiedad Intelectual.

CAPITULO II

DE LOS COMPROMISOS Y EL DESARROLLO DE PROYECTOS

SÉPTIMO. OBJETO: Fijar los términos y condiciones bajo los cuales las partes mantendrán un compromiso de horarios establecidos, reuniones de indispensable cumplimiento para el desarrollo del proyecto dentro de las instalaciones del Nodo Bojota, invitaciones y asistencia a diferentes eventos como ferias, conferencias, talleres, conversatorios, exposiciones, dentro y fuera de las instalaciones del Nodo.

OCTAVO. COMPROMISOS DE LA RED TECNOPARQUE COLOMBIA SENA: Es responsable de ofrecer sin ningún costo, asesoría técnica especializada y personalizada, herramientas e infraestructura necesaria para el desarrollo de iniciativas innovadoras de productos y servicios de base tecnológica, susceptible de ser materializada en prototipos funcionales, ofreciendo adicionalmente:

1. Orientación sobre entidades de fortalecimiento empresarial y financiación (La Red Tecnoparque Colombia SENA no financia materiales para la construcción de prototipos).
2. Acceso y uso de la infraestructura tecnológica en los horarios de servicio establecidos.

CSA

¹ Página 5 del ACUERDO No. 00009 DE 2010, CAPÍTULO II DE LOS TECNOPARQUES, ARTÍCULO VIGÉSIMO: PROPIEDAD INTELECTUAL.

 Red Tecnoparque Colombia		
ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD Y COMPROMISO PARA LOS NUEVOS TALENTOS		Fecha: Mayo de 2013
		Versión: 06 Pág. 3 de 7


- Oportunidades para participar en diferentes eventos como ferias, transferencia de tecnología, talleres y seminarios técnicos, capacitaciones, encuentros tecnológicos, muestras empresariales, ruedas de negocios, entre otros, teniendo en cuenta los parámetros de selección que define la Red Tecnoparque.
- Cumplimiento del cronograma de trabajo definido entre los Talentos (Emprendedores) y los Gestores de la Red Tecnoparque, en donde los Gestores de la Red, cumplen con el servicio de **asesoría técnica especializada y personalizada** a los Talentos.
- Ofrecer el servicio de acceso a laboratorios en óptimas condiciones, garantizando el buen uso de la infraestructura.
- Contar con profesionales idóneos, para ofrecer un servicio de calidad en el acompañamiento y asesoría a las iniciativas innovadoras de base tecnológica que se desarrollan al interior de la Red Tecnoparque.

NOVENO. COMPROMISOS DE LOS TALENTOS: Por medio de la presente acta se compromete a:

- Elaborar los documentos de planeación avalados por la Red Tecnoparque Colombia SENA, los cuales deben ser entregados máximo en 5 días hábiles, luego de la firma de los documentos de formalización del Talento.
- Entregar a tiempo todos los documentos y las evidencias solicitadas por los gestores del Nodo, utilizando las herramientas de gestión dispuestas para tal fin.
- Cumplir con un horario de asistencia mínimo de diez (10) horas semanales de trabajo autónomo presenciales en el Nodo, el cual es establecido en común acuerdo con el gestor asignado, adicional contará con dos (2) horas semanales de acompañamiento técnico pertinente para la implementación del proyecto.
- Asistir al comité de seguimiento del proyecto y presentar al gestor asignado los avances en un informe, en donde se dará cumplimiento a los objetivos planteados al inicio del proceso y con las respectivas evidencias (fotos, videos, simulaciones, diseños entre otras) que lo respalden, lo anterior como mecanismo de autoevaluación y seguimiento, por lo tanto es de carácter obligatorio.
- Asistir a las reuniones programadas por el Nodo.
- Del comportamiento:** a) Mantener en todos los momentos (eventos, talleres, seminarios, trabajo en laboratorios, etc.) y espacios institucionales un trato de respeto y buena convivencia, b) Utilizar la indumentaria y los elementos de protección personal dispuestos y/o solicitados por el Gestor a cargo del laboratorio, c) Conservar y mantener en buen estado, orden y aseo, las instalaciones físicas, equipos y herramientas de la entidad o que estén a cargo de ésta, respondiendo por los daños ocasionados a éstos intencionalmente o por descuido, debidamente comprobados.
- No realizar actividades diferentes a las requeridas por el proyecto dentro de instalaciones del Nodo o no avaladas por la Red, en caso de presentarse la necesidad deberá contar con la autorización del gestor asignado al proyecto.
- Una vez finalizado el proyecto, se firmara un acta de cierre del mismo, en donde el Talento entregara las evidencias de finalización como fotos, videos, simulaciones, diseños e informes correspondientes.
- El Talento en contraprestación a los servicios recibidos por la Red, deberá realizar promoción y difusión de la Marca Tecnoparque, esto durante el desarrollo del proyecto y una vez finalizado. Para ello utilizara el Logo SENA/Tecnoparque, el cual estará acompañado de la siguiente frase: **"Apoyado por la Red Tecnoparque Colombia"**, impreso y pegado sobre el prototipo producto/servicio.
- Una vez finalizado el proyecto, asistir a la rueda de iniciativas empresariales, evento programado por el Nodo para la muestra, proyección y difusión de las iniciativas gestadas con el apoyo de la institución, para ello se deberán tener en cuenta las pautas para la selección de las iniciativas empresariales a presentar en el evento, estas pautas son diseñadas acorde a las particularidades de la región y el Nodo en el que se desarrollaron los proyectos.
- Conocer, aceptar y dar cumplimiento a los términos para uso de infraestructura adecuado de los diferentes laboratorios y equipos de la Red Tecnoparque Colombia SENA.



Scanned by CamScanner

 Red Tecnoparque Colombia	
ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD Y COMPROMISO PARA LOS NUEVOS TALENTOS	Fecha: Mayo de 2013 <hr/> Versión: 06 Pág. 4 de 7

DÉCIMO. TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO: En contrapartida por haber recibido el servicio de Asesoría técnica especializada en el desarrollo de proyectos de Base Tecnológica, el Talento cumplirá con alguna (s) de las siguientes actividades de Transferencia de Conocimiento. Estas se ejecutan dentro del tiempo en el que el talento está recibiendo el servicio mencionado y se definen y cumplen de acuerdo con los cronogramas de trabajo que se construyen entre gestores y talentos en la etapa de planeación del proyecto.

1. Desarrollar charlas de casos de éxito para los nuevos Talentos articulados
2. Participar como ponente en un evento de divulgación tecnológica hacia empresa o academia
3. Participar como expositor actividades de transferencia de conocimiento entre talentos, diseñadas por la Red Tecnoparque para incentivar procesos de articulación, generación de comunidades y actualizaciones.
4. Participar en un evento en representación del SENA. Ver: UNDÉCIMO.PARTICIPACIÓN EN EVENTOS
5. Apoyar procesos de actualización a Gestores Tecnoparque a través de transferencias de conocimiento
6. Liderar procesos de transferencia de conocimiento y actualización para comunidad SENA, conformada por Coordinadores, instructores y aprendices, dentro y fuera de las instalaciones de Tecnoparque.

El Talento además debe diligenciar en su totalidad los siguientes documentos entregables y entregar uno de los productos, de acuerdo con la fase en la que se encuentre el proyecto y con los formatos establecidos por la Red, para ello deberá crear una **cuenta de correo misena** y compartir los documentos solicitados por el Gestor a cargo de las asesorías del proyecto a través de Google Drive.

a) Fase de Iniciación
 Documento: Escaneado: Acta de confidencialidad y compromisos
 Documento: Estado del arte del proyecto

b) Fase de Planificación
 Documento: Alcance y actividades

c) Fase de Ejecución:
 Producto: Video tutorial sobre las técnicas o procedimientos usados en el desarrollo de un proyecto.
 Producto: Video tutorial buenas prácticas para el uso de laboratorios de la Red Tecnoparque Colombia.
 Documento: Lecciones aprendidas

Nota: Para esta fase Talento y Asesor definen conjuntamente uno de los dos videos tutoriales a desarrollar.

d) Fase de Cierre:
 Documento: Ficha de caracterización Producto servicio
 Documento: Lecciones aprendidas
 Documento: Acta de cierre

Scanned by CamScanner

Red Tecnoparque Colombia	
ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD Y COMPROMISO PARA LOS NUEVOS TALENTOS	
Fecha: Mayo de 2013	
Versión: 06	Pág. 5 de 7

SOBRE LA DIVULGACIÓN Y PUBLICACIÓN DE LOS VIDEOS TUTORIALES GENERADOS EN LA FASE DE EJECUCIÓN:

De acuerdo con las actividades de generación y apropiación social del conocimiento que se desarrollan en la Red Tecnoparque Colombia, los video-tutoriales serán publicados y divulgados en los canales públicos de YouTube y diferentes redes sociales, como una herramienta para la transferencia de conocimiento a la comunidad SENA y los usuarios de la RED, respetando siempre los derechos morales de sus autores. Para lo cual se recomienda el uso de la Licencia de Creative Commons <http://cc.creativecommons.org/tipos-de-licencias/>, de igual manera, compartimos link con guía para licenciar los trabajos: <http://creativecommons.org/choose/>.

UNDÉCIMO. PARTICIPACIÓN EN EVENTOS: El SENA ofrece cupos para la participación de eventos de interés nacional, que permiten que los talentos desarrollen sus habilidades técnicas, comerciales, establezcan relaciones, gestionen contactos, etc.

Estos cupos se distribuyen a través de una convocatoria, donde por medio de un comité de evaluación, se seleccionan los mejores proyectos de cada una de las líneas de desarrollo tecnológico, como incentivo al compromiso y actitud emprendedora. Como retribución a esta oportunidad, los Talentos y Gestores que participan en dichos eventos en representación de la Red Tecnoparque, presentarán en el término de los siguientes 10 días hábiles a la terminación del Evento, los siguientes entregables finalizados:

1. Informe de gestión realizada con mínimo 10 contactos que aporten al desarrollo del proyecto.
2. Benchmarking.
3. Resumen Ejecutivo del evento
4. Evaluación del evento.
5. Apoyar procesos de actualización a Gestores Tecnoparque o capacitación a Instructores SENA.

Adicionalmente y como apoyo a la estrategia de Transferencia de Conocimiento y Tecnología, los talentos deberán escoger entre estas dos opciones:

- a) Realizar una jornada de transferencia de conocimiento dentro del Nodo que esté relacionado con las temáticas del evento en el que participó. Debe realizarse a un mínimo de 15 personas y hacer entrega de:
 1. Base de datos con la información de los participantes.
 2. Resumen Ejecutivo del Evento.
- b) Transferencia de Tecnología: A través de la implementación de soluciones formulada por talentos, que den respuesta a necesidades encontradas dentro de la operación de Tecnoparque y que ayude a mejorar el servicio prestado por el Nodo o la forma de promocionar la Red. El tiempo de entrega de este dependerá de la propuesta y será acordado con la persona responsable del Nodo.

Para la entrega de la propuesta mencionada el talento entregará una Ficha de Producto definida por la Institución.

Scanned by CamScanner

Red Tecnoparque Colombia	
ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD Y COMPROMISO PARA LOS NUEVOS TALENTOS	Fecha: Mayo de 2013 <hr/> Versión: 06 Pág. 6 de 7

DUODÉCIMO. CONDICIONES QUE IMPIDEN LA PRESTACIÓN DE LOS SERVICIOS DE LA RED TECNOPARQUE A UN TALENTO TECNOPARQUE:

1. Por haberse ausentado de las actividades de la Red Tecnoparque Colombia por un periodo superior a un (1) mes sin previa justificación y comunicación.
2. Presentar comportamientos inadecuados, conducta grosera, violenta, que atente contra las buenas costumbres o que irrespete a la comunidad de la Red Tecnoparque en general ya sea en actividades normales, eventos internos o externos en los que participan en nombre del SENA o de la Red.
3. Por intención o ejecución de robo y/o daño con intención a la infraestructura que le suministra la Red Tecnoparque.
4. El no cumplimiento a los compromisos previstos en el numeral noveno de la presente acta de confidencialidad adquiridos por el Talento con la Red Tecnoparque.

Por lo tanto si se configura alguna de estas condiciones el Talento no podrá acceder nuevamente a los servicios de la Red Tecnoparque Colombia SENA.

DÉCIMO TERCERO. MODIFICACIÓN O TERMINACIÓN. Este acuerdo sólo podrá ser modificado o darse por terminado con el consentimiento expreso por escrito de ambas partes.

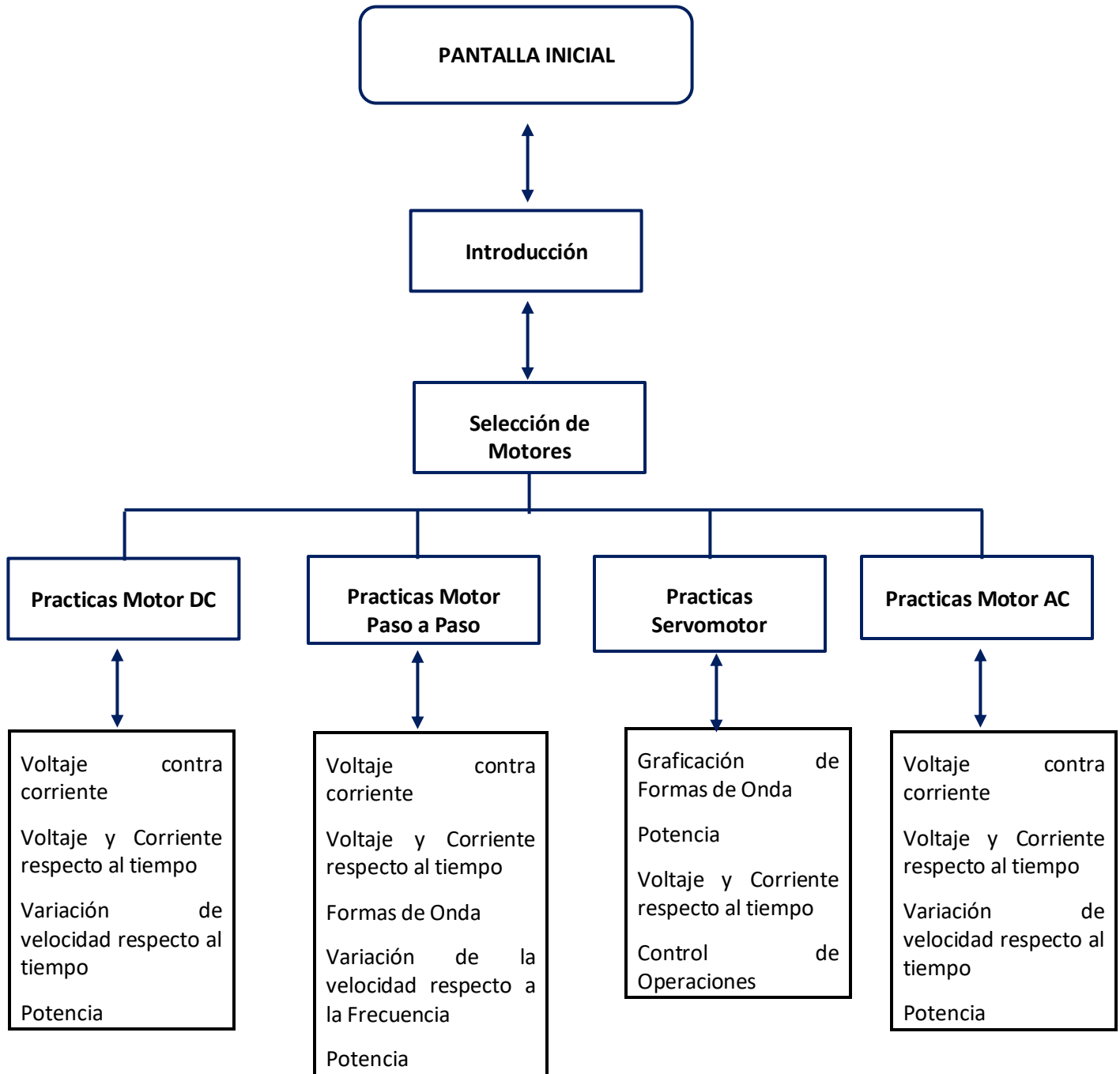
DÉCIMO CUARTO. FIRMA DEL DOCUMENTO. Para la firma de este documento en los casos de los menores de edad, este deberá ser avalado y firmado por un acudiente mayor de edad quien firmara el presente acuerdo, aceptando todas las políticas y manuales (Manual para uso y préstamo de infraestructura) vigentes de la Red.

Para constancia y validez del presente se suscribe el presente documento en la ciudad de Bogotá a los 12 días del mes de Agosto de 2014, por los aceptantes:

REPRESENTANTES DEL PROYECTO	COMITÉ DE SELECCIÓN DE IDEAS DE BASE TECNOLÓGICA
Firma: <u>John Anderson Galvis Niño</u> <small>Nombre del Talento Líder.</small> <small>C.C. 1018475407</small>	Firma: <u>Diana Melisa Anla</u> <small>Nombre del Gestor a cargo de las Asesorías del Proyecto.</small> <small>C.C. 1020712377 B16</small>
Firma: <u>John Sebastian Bustamante</u> <small>Nombre TALENTO</small> <small>C.C. 1014148460 eta.</small>	Firma: <u>ADRIANA PALACIOS</u> <small>Nombre del Dinamizador del Nodo.</small> <small>C.C. 52 804.639 6ti</small>

Scanned by CamScanner

ANEXO C. DIAGRAMA DE FLUJO DE REALIZACIÓN DE PRACTICAS



ANEXO D. CONTRUCCIÓN DEL SERVIDOR POR MEDIO DE LA HERRAMIENTA WEB PUBLISHING TOOL

